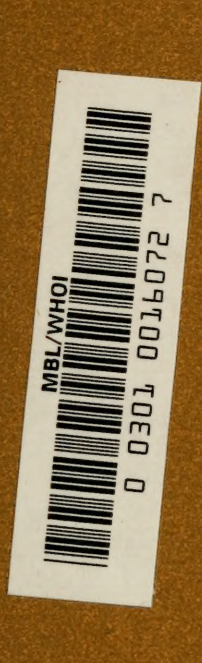
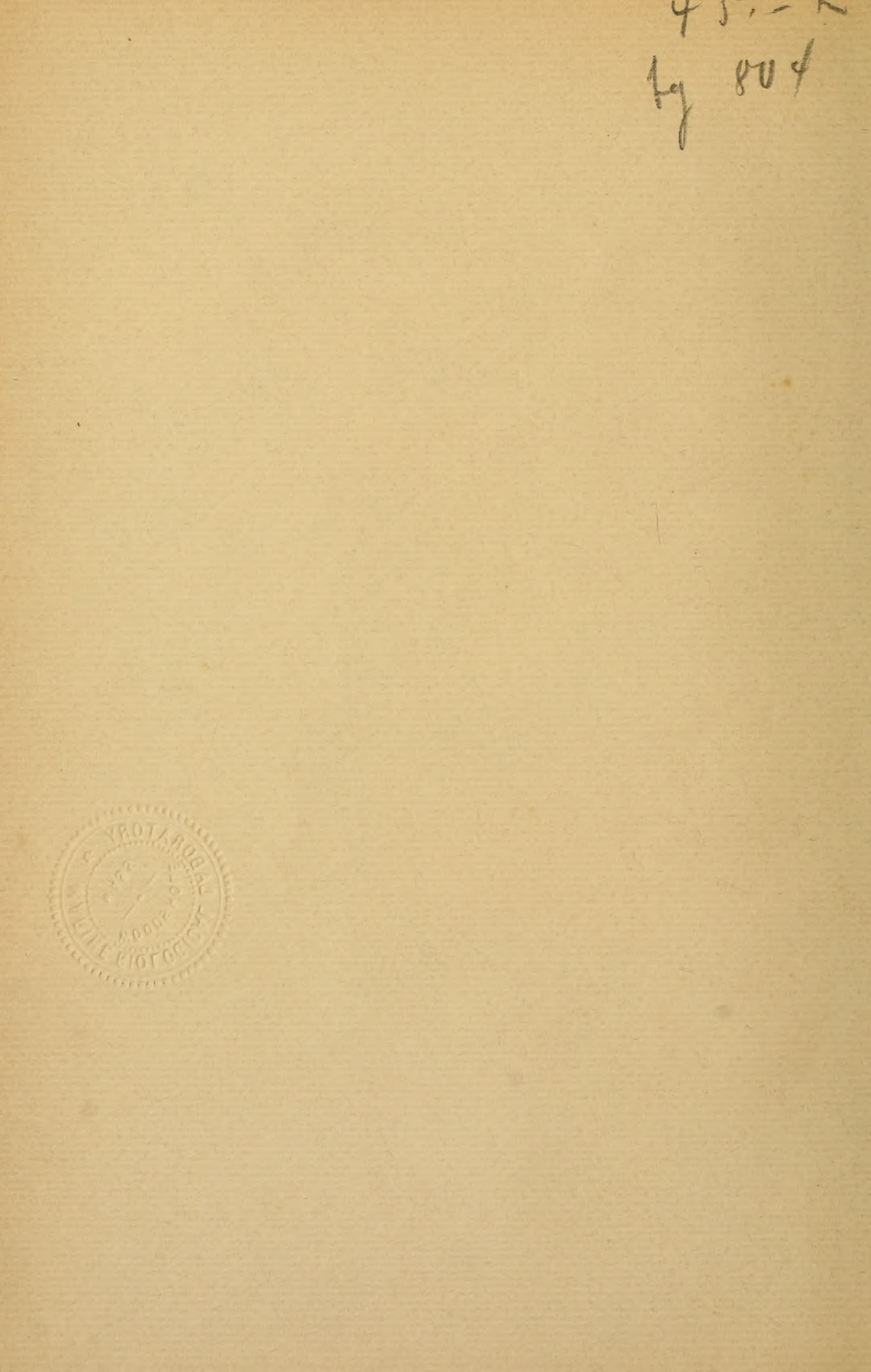
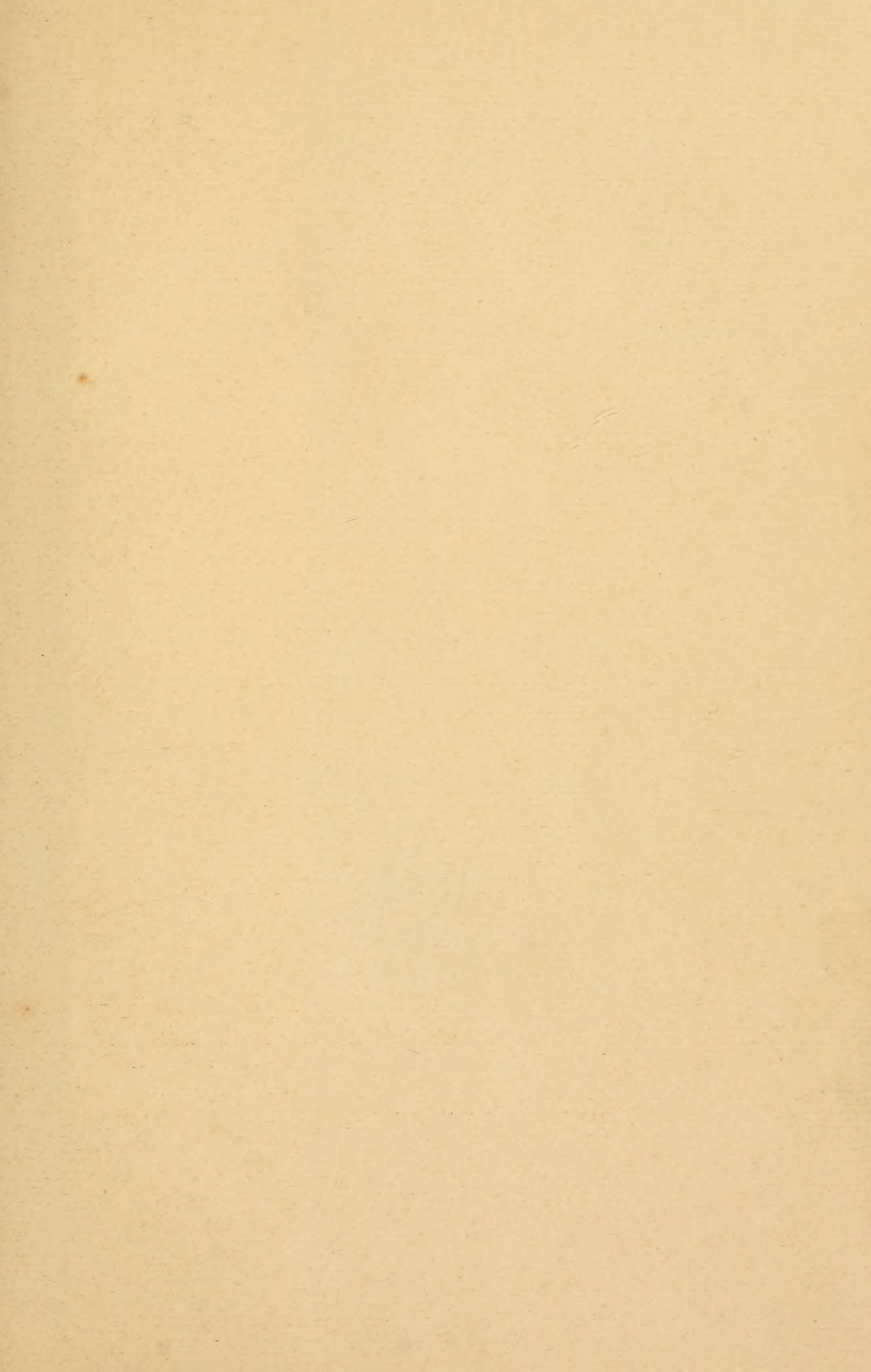


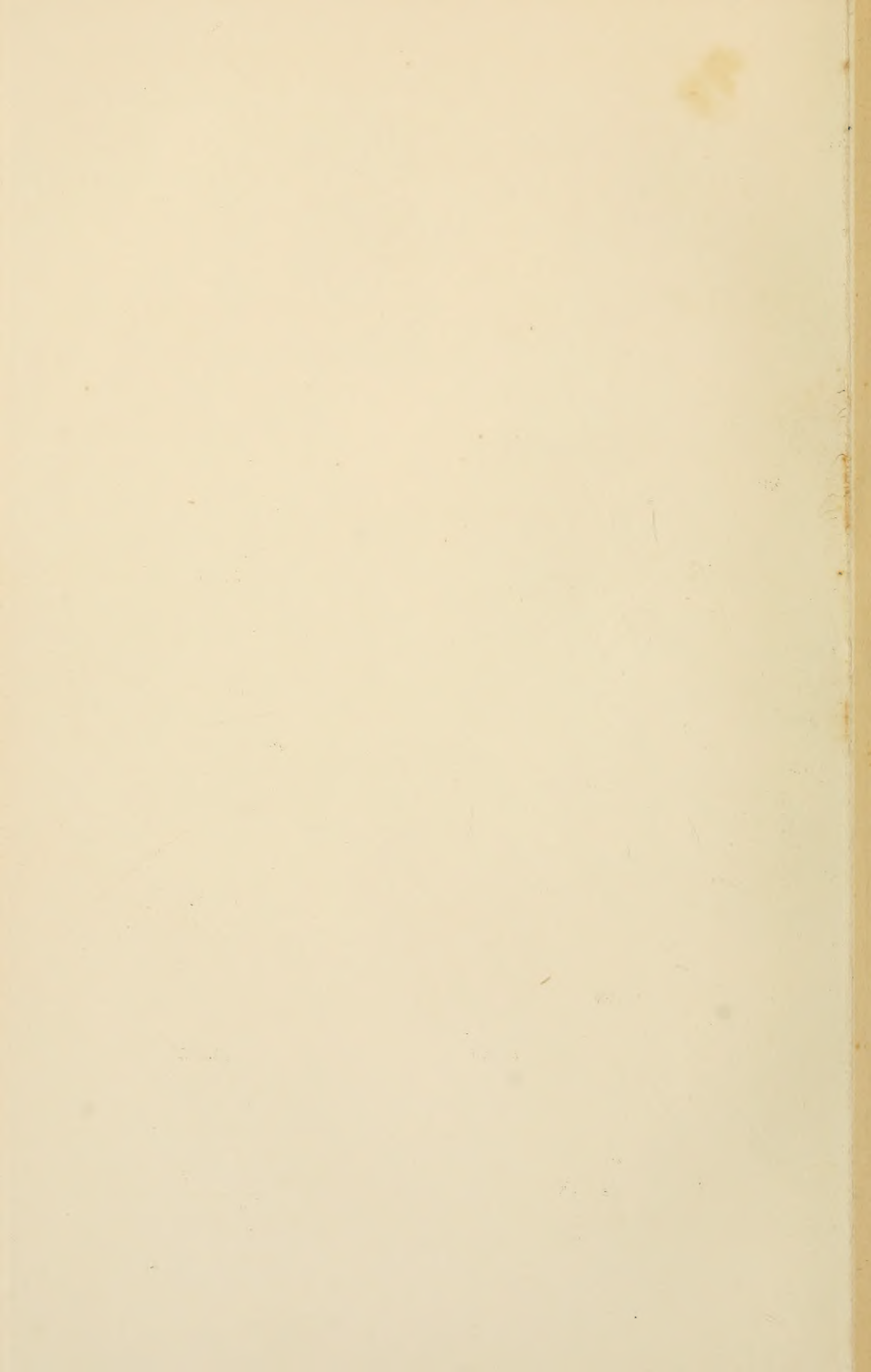



MBL/WHOI
0 0301 0016072 7









Beiträge

zur

Histologie der Echinodermen.

Heft 2.

Die Asteriden

anatomisch und histologisch untersucht.

Von

Dr. Otto Hamann,

Privatdozent und Assistent am zoolog. Institut der Universität Göttingen.

Mit 7 Tafeln und 3 Holzschnitten.



Jena,

Verlag von Gustav Fischer.

1885.

Inhalt.

Seite
Einleitung 1

Specieller Teil.

I. Abschnitt.

Die Körperwandung.

Allgemeiner Bau 5
Das Nervensystem 8
Das Körperepithel 9
a) Das Rückenepithel 9
b) Das ventrale Epithel 11
Der Gehirnring und die Radialnervenstämme 12
Das Nervensystem des Darmtractus 14
Der terminale Füler 15
Die Augenflecke 17
Der Bau der Füſschen 19
1. u. 2. Astropecten, 3. Solaster 19
4. Asterias 27
Kritik der über den Bau des Nervensystems handelnden Arbeiten 28
Die äuſseren Anhänge der Körperwand 32
1. Die Kiemenbläschen, Ontogenie derselben 32
Der Bau des ausgebildeten Organes 33
2. Pedizellarien und Stacheln 35
Die Schizocoelbildungen in der Rückenwand (Greeff's Kanalsystem) 36
Ontogenie der Schizocoelbildungen 37
Die Schizocoelbildungen in der ventralen Körperwand . . 38
Die lateralen Schizocoelräume 42
Das Gefäſssystem 45
Die Lakunen in der Ventralwand (Radiärgefäſse) 46
Zur Entwicklungsgeschichte derselben 48
Die Gefäſslakunen in der Rückenwand 49

II. Abschnitt.

Das Enterocoel.

Der Bau desselben 51
Das Organ des schlauchförmigen Kanales 52
Das Excretorische Kanalsystem 56
Die Wandung des schlauchförmigen Kanales 58

Seite

Der Darmtractus 59
Der Schlund 60
Der Magendarm 62
Die Blinddärme 63
Das Rektum 65
Zur Physiologie des Darmtractus 66
Die Gefäfse des Darmes 69

III. Abschnitt.

Das Wassergefäfssystem.

Steinkanal und Madreporenplatte 71
Wassergefäfsring und Radialwassergefäfse 74
Die Tiedemannschen Körper 75

IV. Abschnitt.

Die Geschlechtsorgane.

Entwicklung und Bau 77
Entstehung der Eier 81
Die Zellen im Enterocoel, Schizocoel und Wassergefäfssystem 86

V. Abschnitt.

Die Muskulatur.

Epitheliale Muskelfasern 93
Mesenchymatöse Muskelfasern 94
Muskeln der Cutis in der dorsalen Körperwand 96

VI. Abschnitt.

Die Bindesubstanz.

Bau derselben 97

Allgemeiner Teil.

I. Abschnitt.

Das Nervensystem der Echinodermen und Coelenteraten 101

II. Abschnitt.

Die Muskulatur der Echinodermen und Coelenteraten . . 103
Die Coelomtheorie und die Echinodermen 104

III. Abschnitt.

Zusammenfassung der Resultate 112
Literatur-Verzeichnis 117
Erklärung der Abbildungen 120

Einleitung[1]).

Nachdem ich bereits vor zwei Jaren eine Mitteilung über die Gewebe und Anatomie des Nervensystems der Asteriden gegeben habe, veröffentliche ich hiermit meine an verschiedenen Arten von Asteriden unternommenen Untersuchungen.

Ursprünglich sollte diese Arbeit, wie der Titel sagt, sich nur mit der Histologie der Echinodermen beschäftigen. Bald wurde ich jedoch gewar, dass auch die Anatomie berücksichtigt werden mufste, und so erweiterte sich die Arbeit mehr und mehr. Dies gilt besonders von diesem 2. Heft, welches die Asteriden anatomisch und histologisch untersucht enthält.

In vielen Punkten weiche ich von den Darstellungen der früheren Forscher ab. Auch mit Ludwigs über die Asteriden publicirten Arbeit kann ich in wesentlichen Punkten nicht übereinstimmen. So bin ich über den Bau der Körperwand, des Kanalsystems in derselben, über die Deutung des Organes im schlauchförmigen Kanal (sogenanntem Herzen) zu anderen Resultaten gekommen.

Die Holräume in der dorsalen und ventralen Körperwand — Greffs Kanalsystem und Ludwigs Perihämalräume — habe ich in ihrer Entstehungsweise verfolgen können und sie als Schizocoelbildungen erkannt entgegen der Ansicht, welche sie als mit der Leibeshöle (dem Enterocoel) zusammengehörig betrachten zu können glaubte.

---

[1]) Ich erkläre an dieser Stelle, dass diese Abhandlungen nicht, wie von verschiedenen Seiten angenommen wird, Separatabdrücke von Artikeln sind, welche vorher in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft erschienen sind, sondern nur extra herausgegeben werden und nur eines mit der genannten Zeitschrift gemein haben, nämlich den Verleger. Die im zoolog. Anzeiger No. 184, 1884, sich findende Notiz, dass Heft 1 in der Jenaischen Zeitschr. abgedruckt sei, ist unrichtig und in No. 185, 1885 widerrufen.

In vielen Punkten habe ich Ludwigs Darstellung beipflichten müssen und erkenne es an, wie vielfach ich durch seine Arbeiten gefördert worden bin.

Vor Ludwigs Publicationen war die Anatomie der Asteriden, wie überhaupt der Echinodermen, ein wares Chaos von sich widersprechenden Angaben, sodass es fast unmöglich war, das Richtige von dem Falschen unterscheiden zu können. Es kann deshalb das Verdienst, welches sich Ludwig erworben hat, indem er auf Grund eigener anatomischer Untersuchungen die älteren Angaben sichtete, nicht hoch genug angeschlagen werden.

Was nun die Resultate anlangt, die ich im Folgenden vorlege, so erstrecken sich dieselben auf sämmtliche Organe des Asteridenkörpers.

Entwicklungsgeschichtlich von Interesse wird, wie ich hoffe, die Darstellung der Entstehung der Geschlechtsorgane, des Kanalsystemes der Körperwand und die der Muskelfasern sein. Dass ich die Entwicklung dieser Bildungen untersuchen konnte, danke ich der Güte des Herrn Professor Möbius in Kiel, welcher mir in den Sommerferien 1884 sein Institut in der liebenswürdigsten Weise zum Arbeiten zur Verfügung stellte. Es war mir so möglich, täglich frische Tiere zur Untersuchung zu erhalten, insbesondere vorzüglich ganz junge Asterien von wenigen Millimeter Durchmesser.

Indem ich nicht selbst täglich auf den Fang ausgehen musste, sondern der Institutsdiener, vertraut mit den Fundorten besonders der jungen Tiere, dies besorgte, ersparte ich viel Zeit, die ich der Untersuchung widmen konnte.

Ich sage auch auf diesem Wege Herrn Prof. Möbius nochmals meinen Dank für sein freundliches Entgegenkommen, one das es mir nicht möglich geworden wäre, meine Arbeit so bald zu Ende zu füren.

Die Conservirung der Asteriden ist mit mancherlei Schwierigkeiten verknüpft. Will man die Füfschen, Füler, wie Rückenkiemen im ausgestreckten Zustande erhalten, so kann man wol siedendes Wasser anwenden und die Tiere nachher in die Erhärtungsflüssigkeit bringen. Viele Vorteile bietet jedoch diese Art der Behandlung nicht, da die Flüssigkeiten, wie Chromsäure etc., nur sehr langsam in das Innere des Körpers eindringen und die Härtung nicht an allen Stellen des Tierkörpers eine gleiche ist.

Ich habe mich einer anderen Methode bedient, die ich kurz schildern will. Mir lag es daran, alle Teile des Körpers in un-

contrahirtem Zustande und gleichmäfsig gut konservirt zu erhalten, da ich durch Seesterne bis 2 ctm. Durchmesser Schnittserien anfertigen wollte. Dies gelang am besten, indem ich die Tiere mit der Flüssigkeit injicirte. Man fürt die Injektionsspritze an einem Armende unter die Haut ein und injicirt, beispielsweise 1 $^0/_0$ Chromsäure langsam in die Leibeshöle. Füfschen wie Kiemenbläschen dehnen sich aus, indem das Tier dieselben lebhaft bewegt. Wenn man mit dem Injiciren aufzuhören hat, sieht man bei einiger Uebung bald, da sich der Seestern nach und nach prall füllt. Fürchtet man aber, durch allzu grofse Menge der Injektionsflüssigkeit Organe im Enterocoel in ihrer Lagerung zu zerstören, so empfiehlt es sich, ein Armende ganz kurz abzuschneiden, damit die Flüssigkeit wieder herauslaufen kann. Die injicirten Tiere bringt man in ein Gefäfs mit derselben Flüssigkeit, sodass dieselbe jetzt von allen Seiten einwirken kann. Auf diese Weise erreicht man es, dass die Härtungsflüssigkeit schnell mit allen Organen in Berürung kommt.

Die besten Resultate erhielt ich an mit 1 $^0/_0$ Chromsäure behandelten Tieren, welcher 1 $^0/_0$ Osmiumsäure in wenigen Tropfen hinzugefügt werden kann.

Die mit Sublimat getöteten Tiere eignen sich zum Schneiden weniger gut, da man dieselben noch lange Zeit entkalken muss. Diese Manipulation fällt an jungen Tieren von Asterias rubens aus der Ostsee ganz fort, da die 1 $^0/_0$ Chromsäure bereits langsam den Kalk auflöst.

Pikrinschwefelsäure nach Kleinenbergs Angaben giebt gleichfalls sehr gute Präparate. Auch diese Flüssigkeit wird in die Leibeshöle injicirt.

Von Färbemitteln benutzte ich Ranviers Pikrokarmin [1]), das sich vorzugsweise bei der Untersuchung des Nervensystems bewärt, indem die Fibrillen durch dasselbe aufserordentlich klar dargestellt werden. Die mit Chromsäure conservirten Tiere müssen lange ausgewaschen werden, da die Färbung sonst sehr schlecht gelingt. Aufser dem genannten Carmin verwendete ich noch neutrales essigsaures Carmin, dessen Darstellung an anderem Orte angegeben wurde [2]).

---

[1]) Aus dem Laboratorium von Ranvier in Paris in Pulverform bezogen. Es ist weit besser als die bei uns im Handel vorkommenden Sorten.

[2]) Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Histol. von Krause. Band 1, Heft 5. 1884.

Aufserdem verwendete ich Böhmersches sowie Ehrlichs essigsaures Hämatoxylin, dem Eosin zugesetzt worden war (auf 100 Ccm. der sauren Hämatoxylinlösung ca. 15 Ccm. einer 1 procentigen wässrigen Eosinlösung).

Um Macerationspräparate zu tingiren, gebrauchte ich eine essigsaure Methylgrünlösung, die sich gut bewärte.

Die Arten, welche mir im lebenden Zustande vorlagen, waren aufser Asterias rubens aus der Ostsee noch Solaster papposus aus der Nordsee, sowie eine Astropectenart aus Triest. Sämtliche Arten hielt ich lange Zeit lebend im Marineaquarium des zoologischen Institutes.

Specieller Teil.

I. Abschnitt.

Die Körperwandung.

Allgemeiner Bau.

Es wird sich am zweckmäfsigsten erweisen, wenn wir mit der Schilderung der Körperwandung beginnen und hierbei die einzelnen Gewebe und Organsysteme, die sich in derselben finden, abhandeln. So soll bei der Betrachtung des Ektoderms, das heifst vornehmlich der Haut, das Nervensystem im Zusammenhang geschildert werden. Vor allem aber soll dieses Kapitel als Einleitung dienen und für die spätere ausfürliche Beschreibung des Schizocoels und Blutgefäfssystems gleichsam den Boden ebnen. —

Wollen wir uns einen Ueberblick verschaffen, so zeigt uns ein Querschnitt durch einen Arm folgendes Bild (vergl. hierzu Figur 1 auf Tafel I). Wenn wir die durch verschiedene Farbentöne in der Figur angegebenen Schichten der Körperwand betrachten und dabei von aufsen nach dem Inneren des Körpers gehen, so haben wir zuerst die mit *ep* bezeichnete Epidermis vor uns, welche auf der Rücken- und der Ventralfläche von gleicher Entwicklung sich zeigt. Sie überzieht sämtliche Hervorragungen des Körpers, die Pedicellarien, Ambulacralkiemen usw. Im Centrum der Ventralfläche erscheint die Epidermis allein verdickt und in Gestalt eines V hervorspringend. In der Tiefe der Epithelzellen, zwischen den Fortsätzen der letzteren, wie wir sehen werden, verläuft die Hauptmasse der Nervenfibrillen, jener Nervenzug, der als Radial- oder Ambulacralnervenstamm bezeichnet werden soll. Dass auch auf der übrigen Körperoberfläche, vorzüglich der Dorsalseite, in der Epidermis Nervenfibrillenzüge vorkommen, ist

aus der Figur zu ersehen. Die dunkler erscheinende tiefe Lage der Epidermis, welche mit *nf* bezeichnet ist, stellt diese Nerven dar. —

Der gröfste Teil der Körperwand besteht aus Bindesubstanz. Die Cutis, welche aus derselben gebildet wird, ist die mächtigst entwickelte Schicht des Körpers (*bg*). In ihr finden sich auf der Dorsalseite sowol als auf der Ventralseite des Körpers die Kalkgebilde vor. Mit *Kst* sind die Kalkgebilde in der Rückenhaut angegeben, mit *W* die Wirbel der ventralen Körperwand.

Als weitere Schichten kommen die Muskelschichten in Betracht und zwar von aufsen nach innen gerechnet eine Rings- und eine Längsmuskelschicht. Beide Schichten sind sowol in den Armen als in der Scheibe wiederzufinden. Auf der Ventralfläche des Seesternes trifft man sie ebenfalls an; in der Nähe der Kalkstücke verschwinden sie jedoch. Nach innen von der Längsmuskelschicht liegt das Coelomepithel, welches die innere Fläche der Körperwand, sowie alle im Coelom liegenden Organe überzieht.

Von besonderer Wichtigkeit ist nun aber ein System von Holräumen, welches als Canalsystem von Greef zuerst beschrieben wurde und nach ihm einen Teil des Blutgefäfssystems vorstellen sollte. Wir finden dieses System von Holräumen, über dessen Entstehung ich weiter unten berichten werde, in der Tiefe der Cutis fast unmittelbar der Ringsmuskelschicht aufliegend, nur durch wenig Bindesubstanz von letzterer getrennt. Diese Holräume stellen, wie ich gleich hier voraussagen will, ein echtes Schizocoel vor und sind von einem Endothel ausgekleidet.

Die äufseren Körperanhänge wie die Ambulacralkiemen, welche Ausstülpungen der Körperwand sind, die Pedicellarien und Stacheln werden am Schluss unserer Betrachtung beschrieben werden.

Bevor ich jedoch zur Schilderung der Haut übergehe, habe ich noch auf die Darstellung von Ludwig einzugehen, welche derselbe über den Bau der Körperwand gegeben hat. Nach Ludwig[1]) soll die Körperwand aus zwei Schichten bestehen, „einer dickeren, äufseren, welche je nach den Arten verschieden starke Verkalkungen in sich einschliefst und einer weit dünneren, inneren, die bei den untersuchten Arten keine Verkalkungen besitzt“. Zwischen beiden Lamellen lässt Ludwig weiterhin einen Zwischenraum bestehen, welcher von Strängen durchsetzt und so „in klei-

---

[1]) Ludwig, Beiträge zur Anatomie der Asteriden, pag. 200, in Morphologische Studien 1. Band, 1877|79.

nere Räume“ verteilt wird. Diese Räume stellen das Kanalsystem von Greef dar (unser Schizocoel). Betrachten wir nun den schematisirten Durchschnitt durch einen Asteridenarm, wie ihn Ludwig auf Tafel VIII, Figur 38 seiner Abhandlung giebt, so sieht man, wie die „innere Lamelle“ auf der Ventralseite des Tieres die Armwirbel bildet, wärend die Kalkwirbel auf der Dorsalseite in der äufseren Lamelle gebildet werden sollen [1]). Vergleicht man nun die eben erwänte Abbildung mit dem von mir gegebenen Querschnittsbild durch einen Arm, so ergiebt sich, dass Ludwigs „innere Lamelle“ nichts anderes ist als die Rings- und Längsmuscularis der Körperwand. Nach ihm findet sich gar keine Muskelschicht in der Rückenwand vor [2]). Wie man sich aber dann die Bewegung eines Seesternarmes erklären sollte, bleibt unverständlich. Weiterhin entstehen aber die Armwirbel nicht in der „inneren Lamelle“, denn diese, sofern man von einer solchen überhaupt sprechen kann, besteht nicht aus Bindesubstanz, sondern wird von den Muskelschichten gebildet, wie aus Figur 1 auf Tafel I deutlich und klar hervorgeht. Ueberhaupt ist die Darstellung von Ludwig, nach welcher zwei Lamellen am Aufbau der Körperwand teilnehmen sollten, nicht haltbar. Dass sich, wie schon Sharpey [3]) angiebt und Ludwig bestätigt, die „innere

---

[1]) Vergl. a. s. O. pag. 202.

[2]) Ludwig hat in einer späteren Arbeit (Ueber den primären Steinkanal der Crinoiden, nebst vergleichender anatomischer Beschreibung über die Echinodermen überhaupt) bei den Seesternen, überhaupt an der Innenseite der dorsalen Wand eines jeden Armes genau in der Mittellinie einer Längsmuskel in Gestalt eines platten Bandes beschrieben. Wie derselbe gebaut ist oder welches seine Lage ist, wird nicht genauer angegeben. „Diese Längsmuskel treffen im Centrum der Scheibe auf einander und verbinden sich hier zu einer centralen Muskelmasse.“ Dass diese Darstellung eine irrtümliche ist, geht aus Querschnitten, die durch einen Arm eines Seesternes gelegt sind, hervor. Die äufserlich als Längsmuskel gedeuteten Bänder Ludwigs sind nur Verdickungen in der Längsmuskelschicht. Wenn dann weiter Ludwig sagt, dass die dorsale Muskulatur der Seesterne — speciell seine Längsmuskel — aufser bei delle Chiaje in der Literatur nicht erwänt seien, so möchte ich auf Hoffmanns Asteridenarbeit (1874) verweisen, in welcher bereits Längsmuskeln aufgefürt werden, die one Vergröfserung schon zu erkennen seien und die gleichen von Ludwig beschriebenen Gebilde sind. Ueber den waren histologischen Aufbau der Gewebe der Körperwand können eben nur aus Schnittserien gewonnene Bilder entscheiden.

[3]) Sharpey, in: Todds Cyclopaedia of Anatomy and Physiologie. Vol. 2, p. 35, 1836—1839.

Lamelle“ (also die beiden Muskelschichten) von der „äufseren“ leicht ablösen lässt, kann doch hierfür ebenso wenig geltend gemacht werden als die Lage der Schizocoelholräume.

Nach Ludwigs erster Darsellung wäre der Bau der Körperwand eines Seesterns bedeutend abweichend gewesen von den bei den Holothurien gefundenen Resultaten, da die beiden Muskelschichten fehlen sollten und man alle Beweglichkeit eines Seesternarmes auf Rechnung der Muskulatur der Armwirbel hätte setzen müssen.

Wie bei den Holothurien, Apoden wie Pedaten, eine Ringsmuskelschicht nach innen von der Cutis gelagert vorkommt und weiter eine Längsmuskelschicht, so ist das gleiche Verhalten auch bei den Asteriden zu verzeichnen. Ein Unterschied ist nur insofern zu constatiren, als bei ersteren die Längsmuskelschicht auf fünf (oder mehr) Bänder reducirt erscheint, wärend sie bei Asteriden noch gleichmäfsig über die innere Fläche der Körperwand verteilt ist.

Das Nervensystem.

Da das Nervensystem der Seesterne seine Lagerung im Epithel beibehalten hat, so ist es nötig, zunächst das Körperepithel im Allgemeinen zu betrachten.

Nimmt man einen Seestern zur Hand, so kann man eine ventrale Fläche, welche bei der Bewegung nach unten gekehrt ist und auf welcher sich die Mundöffnung findet, unterscheiden von einer dorsalen. Auf der ventralen Seite befinden sich die Ambulacralfüfschen, wärend die dorsale an äufseren Anhangsorganen kiemenartige Bildungen zeigt. Das Epithel nun, welches die dorsale und ventrale Fläche überzieht, ist von verschiedener Beschaffenheit. Schon äufserlich betrachtet giebt sich der Unterschied kund, indem nämlich das ventrale Epithel Zellen von grofsem Längsdurchmesser, von palissadenförmiger Gestalt zeigt, wärend das dorsale Epithel weit niedriger, wenn ich mich so ausdrücken darf, entwickelt ist. Das dorsale Epithel ist im grofsen Ganzen als ein Deckepithel zu bezeichnen, wärend das ventrale, überall wo es sich findet, also auch auf den Saugfüfschen als nervös bezeichnet werden muss, da hier die Hauptmasse des Nervensystems seine Lagerung gefunden hat.

Das Nervensystem eines Seesterns setzt sich zusammen aus dem Gehirnring und fünf oder zehn, je nach der Zal der Arme

ist die Anzal verschieden, Hauptnervenstämmen, welche auf der Ventralfläche in der sogenannten Ambulacralfurche verlaufen.

Zu diesen bisher bekannten Teilen kommen noch Nervenzüge in der Haut der Dorsalfläche des Tieres, welche ich zuerst in einer kurzen Mitteilung beschrieben habe. Aufserdem ist noch eine Nervenmasse zu erwänen, welche in der Mundscheibe verläuft, concentrisch zum Gehirnring, und welche ich in vorläufiger Mitteilung gleichfalls kurz beschrieben habe. Dass in jedem Füfschen ein Nervenzug sich findet, ist bereits bekannt.

An Sinnesorganen sind einmal vor allem der Taster oder Füler mit dem Sinnespolster, welches die Augenflecke trägt, zu nennen und dann die Ambulacralfüfschen sowie die verschiedenen äufseren Anhänge des Körpers.

Da nun der Bau des Nervensystems one eine Kenntniss der Epidermis schwer zu verstehen ist, so schicke ich eine Schilderung derselben voraus.

Das Körperepithel.

Am erwachsenen Asterias rubens besteht das Körperepithel, wie ich zur Orientirung vorausschicken möchte, aus folgenden Elementen. Aufser den gewönlichen Epithelzellen, die je nach dem Ort ihres Vorkommens in Gestalt und Gröfse variiren, treffen wir zwischen denselben zerstreut Drüsenzellen an und zwar solche von becherförmiger Gestalt. Aufser dieser Art kommen an bestimmten Stellen schlauchförmige Drüsenzellen vor, so in den Saugscheiben der Füfschen. In gleicher Weise treffen wir als besondere Zellelemente Sinneszellen an, welche mit einer aus feinsten Fasern bestehenden basalwärts von den Epithelzellen verlaufenden Schicht, den Nervenfasern, in Zusammenhang stehen. Weiterhin sind an dieser Stelle die Ganglienzellen zu nennen. —

a) Das Rückenepithel.

Die verschiedenen Zellarten, welche überhaupt in der Epidermis angetroffen werden, finden sich auch im Rückenepithel vor. Als die bei weitem in der Mehrzahl vorhandenen Zellen sind die gewönlichen Epithelzellen oder nach ihrer Funktion besser als Stützzellen zu bezeichnenden Gebilde zuerst zu nennen. Sie sind je nach dem Alter des Seesterns von verschiedener Höhe. An einem 1,5 mm im Durchmesser grofsen Asterias besitzt das Rückenepithel eine Höhe von 0,00856 mm. Dass es als einschich-

tig zu bezeichnen ist, lässt sich an jungen Tieren besonders gut erkennen (vergl. Fig. 31 auf Taf. IV). Die Zellkerne der mehr cylindrischen Zellen liegen im Centrum der Zellleiber und somit sämtlich in einer Reihe (Fig. 32). Mit dem Wachstum des Tieres nimmt auch die Höhe des Epithels zu und wir haben am geschlechtsreifen Tiere ein etwas 0,0269 mm. hohes Epithel vor uns. Dann liegen die Zellkerne in verschiedenen Höhen und es könnte bei oberflächlicher Betrachtung an ein mehrschichtiges Epithel gedacht werden (vergl. die Figuren 11 u. 33 *ep*). Die Epidermis ist gegen die Cutis streng abgegrenzt. Ihre Zellen scheinen mit ihren Basen auf einer äufserst feinen Membran aufzusitzen.

Das Rückenepithel wimpert in seiner ganzen Ausdehnung. Die feinen Wimperhare besitzen eine Länge, die auf den Ambulacralkiemen gleich ist der Länge der Epithelzellen. Behandelt man die Zellen mit Reagentien, so verschwinden die Wimpern. Nur an lebenden Zellen sind sie mit Sicherheit zu constatiren. Sie treten durch eine glashelle Cuticula hindurch und zwar durch sehr feine Porenkanälchen in derselben. Die Drüsenzellen erscheinen bei der Flächenansicht als kreisrunde helle Lücken zwischen den Epithelzellen. Sie sind bald in gröfserer, bald in geringerer Menge vorhanden. Sie gleichen in Gestalt und Bau den im Körperepithel bei den Holothurien beschriebenen Becherdrüsen [1]). Ein an eine Nesselkapsel erinnernder Holraum liegt im vorderen Teil. Dieser becherförmige Abschnitt der Zelle birgt einen fein granulirten Inhalt. Der Zellkern liegt unterhalb des Bechers. In einen Fortsatz setzt sich basalwärts jeder Zellleib fort. Dieser dient zur Stütze und Anheftung. Je nach der Höhe des Epithels, in welchem die Becherzellen auftreten, ist der basale Fortsatz bald kürzer, bald länger.

Zwischen den basalen Verlängerungen der Epithelzellen verlaufen im ganzen dorsalen Epithel Züge von Fibrillen, den Nervenfibrillen. Bald bilden sie eine dünne Schicht, bald sind sie stark entwickelt. Im Allgemeinen ist der Verlauf dieser zu Bündeln vereinigten Fibrillen ein zur Längsaxe des Armes paralleler, wärend auf der Scheibe ihr Verlauf ein verschiedener ist. Eine strenge Regelmäfsigkeit in der Anordnung dieser Nervenzüge habe ich nicht constatiren können. Auf einem Querschnitt durch das Rückenepithel findet man die Nervenzüge, wenn der Quere nach getroffen, als feingekörnte Masse, während die Fibrillen, sobald der

[1]) vergl. Heft 1 pag. 14.

Schnitt parallel zum Nervenzug gefürt ist, dann eine streng parallele Anordnung zeigen. Zwischen den Fibrillen finden sich Zellen mit zwei oder mehr Ausläufern vor, die Ganglienzellen. Die Nervenfibrillenzüge verlaufen beim erwachsenen Seestern in den Buchten, welche zwischen den verschiedenen Erhebungen der Rückenwand gebildet werden, so im Epithel, welches an der Basis der Kiemenbläschen sich findet. Von diesen Nervenzügen treten Bündel von Fibrillen aus und ziehen zu den Enden der Kiemenbläschen wie Pedicellarien und Stacheln (vergl. Figur 1 und 40). Merkwürdigerweise nehmen aber bei den Kiemenbläschen die Nervenzüge nach dem Ende zu an Entwicklung ab. Es ist die Funktion dieser Gebilde also jedenfalls, wie man ja auch annimt, erst in zweiter Reihe die eines nervösen Endorganes. Anders ist es mit den Pedicellarien. Auf ihnen ist die epitheliale Nervenfaserschicht stark entwickelt (vergl. Figur 11).

Auf den eben genannten Organen wie überhaupt im Rückenepithel trifft man zerstreut Zellen an, welche sich in ihrer Gestalt von den gewönlichen Epithelzellen unterscheiden. Figur 12 stellt einen Schnitt durch das Epithel dar. Hier sehen wir nur die Stützzellen. Es sind (beim geschlechtsreifen Tiere) cylindrische bis fadenförmige Zellen, deren Kern in einer Anschwellung liegt. Basal setzt sich die Zelle fort in einen Fortsatz, der senkrecht verläuft und oberhalb der Cutis endet. Sobald nun zwischen diesen Fortsätzen (Figur 15 ist ein solches Bild) die Nervenfasern auftreten *nf*, so trifft man im Epithel auf Zellen, welche von feinerem Bau sind. Ihr Kern ist weit kleiner als der der Stützzellen (Fig. 15). Der basale Fortsatz dieser Zellen, der Sinneszellen, ist von sehr hinfälliger Natur; er verläuft in der Nervenfaserschicht, wo man ihn auf Macerationspräparaten oft auf weite Strecken verfolgen kann.

Die Nervenfibrillen schildere ich bei Besprechung der Hauptnervenstämme. In gleicher Weise die Ganglienzellen.

b) Das ventrale Epithel.

Zur Orientirung eignet sich ein Querschnitt durch einen Arm senkrecht zur Längsaxe desselben gefürt am besten. (Fig. 1, Taf. I.) Das Körperepithel der Ventralfläche ist besonders verdickt in der Mittellinie. Hier ragt es als dreieckiges Gebilde (auf dem Querschnitt betrachtet) in die Ambulacralfurche hinein. In diesem verdickten nach aufsen gefalteten Epithel verläuft zwischen den Fortsätzen der Epithelzellen die Hauptmasse der Ner-

venfibrillen (*rnf*-Radialnervenstamm). Dieselbe Faltung des Epithels findet sich concentrisch um die Mundöffnung vor und verläuft in derselben der Gehirnring, das heifst ein die fünf Radialnervenzüge verbindender Nervenstamm. —

Aufser dieser epithelialen Verdickung in der Ambulacralfurche trifft man in den Enden der Saugfüfschen, in den Saugscheiben auf ein eigenartig gestaltetes Epithel, welches besonders besprochen werden soll.

Wie bekannt ist, befindet sich an dem Ende jedes Seesternarmes auf der ventralen Fläche ein (terminaler) Füler, auf dessen unterer Fläche ein Wulst sich erhebt, welcher die Augenflecken trägt. Das gleiche Epithel, wie es in der Ambulacralfurche das Nervenband bildet, überzieht auch den Füler mit sammt seinem Wulst. Wir haben also auf letzteren die gleichen Zellelemente und Nervenfibrillen wie im Nervenband vor uns.

Zunächst wollen wir das Epithel der Ambulacralfurche mit seinen Nervenstämmen, sowie den Gehirnring betrachten, und hierauf eine Beschreibung des terminalen Fülers mit den Augenflecken, sowie der Füfschenendplatten folgen lassen.

Der Gehirnring und die Radialnervenstämme.

In dem verdickten Epithel der Ambulacralfurchen verlaufen die Radialnervenstämme, über deren Bildung ein Querschnittsbild Auskunft giebt. Figur 53 zeigt den medianen Teil der ventralen Körperwand auf dem Querschnitt.

Den gröfsten Teil des ambulacralen Epithels nimmt eine feingekörnte Masse ein, welche von parallel zu einander verlaufenden Fortsätzen durchsetzt wird. Peripherisch liegen dicht gedrängt die eigentlichen Epithelzellen, deren Kerne zumeist hervortreten.

Isolationspräparate zeigen nun, dass die Fortsätze mit den Zellen in Verbindung stehen. Der Zellleib dieser als Stützzellen zu bezeichnenden Gebilde besteht aus nur wenig Plasma, welches den ovalen Zellkern umhüllt. Basalwärts setzt sich die Zelle fort in einen stark lichtbrechenden Fortsatz, welcher senkrecht verläuft bis zu der Basalmembran, auf welcher er aufsitzt. Liegt der Zellleib nicht selbst peripherisch, sondern in der Tiefe, so ist er von spindlicher Form. An dem einen Pol der Spindel setzt sich die Zelle dann in einem Fortsatz fort, welcher zur Peripherie geht und in den zweiten basalen hyalinen.

Dass noch eine zweite Zellform vorhanden ist, nämlich Sinneszellen, lehren einesteils Zerzupfungspräparate, andrenteils Längs-

schnitte durch das Ambulacralrinnenepithel. Dann sieht man auch, wie der oben als feingekörnte Masse bezeichnete Teil die auf dem Querschnitte getroffenen längs verlaufenden Nervenfibrillen vorstellen. Die Sinneszellen sind von spindlicher Gestalt, ihr basaler Fortsatz ist äufserst fein und verzweigt sich in der Nervenfaserschicht. Diese besteht aus feinsten parallel zu einander verlaufenden Fibrillen, welche bis zum Füler sich verfolgen lassen. Hier zweigen sich Nervenfibrillenzüge zum Rückenepithel ab. —

Die Nervenfibrillen verlaufen parallel zur Längsaxe des Armes. Man bringt sie am besten auf Längsschnitten durch mit Osmiumsäure 1 $\frac{0}{0}$ oder Chromsäure 1 $\frac{0}{0}$ gehärteten und Pikrokarmin gefärbten Armen zur Anschauung. Die Nervenfaserschicht setzt sich dann deutlich ab von den übrigen Geweben. Sie erscheint aus feinsten zu einander parallel verlaufenden Fibrillen zu bestehen, welche von Fortsätzen, die sich durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen auszeichnen (den Fortsätzen der Epithelstützzellen), durchsetzt werden. Ihre Stärke ist kaum messbar. Macerationspräparate zeigen, dass die Fibrillen untereinander oft stark verfilzt sind. Zwischen ihnen findet man Zellen, an denen es nicht selten gelingt zwei, drei oder mehr Fortsätze zu erkennen, welche sich in die Fibrillenschicht einsenken und in ihr verzweigen. Diese Ganglienzellen sind vornehmlich durch ihren Kern von ovaler Gestalt leicht zu erkennen: wärend der Zellleib mit den Ausläufern durch seine Kleinheit nur bei stärksten Vergröfserungen zur Warnehmung kommt.

Die Nervenfibrillenschicht ist in den Radialnervenstämmen, im Gehirnring wie überhaupt an allen Körperstellen von gleichem Bau. Was die Ganglienzellen anlangt, so hat man zwei leicht von einander unterscheidbare Arten zu verzeichnen, von denen die eine Form, die gröfseren, nur auf dem terminalen Füler beschränkt sind, wärend die kleinere Art sich mit derselben sowie an allen anderen Punkten findet.

Der Kern der gröfseren Art wird von nur wenig Plasma umgeben, welches sich in feine Fibrillen fortsetzt. Die Gröfse dieser Zellen, die zwischen den Nervenfibrillen des Augenwulstes in gröfserer Anzal vorkommen, beträgt ungefär 0,0113 mm. Die kleineren meist spindlichen bipolaren Ganglienzellen finden sich unregelmäfsig zerstreut vor zwischen den Fibrillen. Ihre Gröfse ist etwa 0,0062 mm.

Die Höhe des Epithels, in dem die Hauptnervenstämme verlaufen, beträgt am jungen 1,5 mm Durchmesser grofsen Asterias 0,0401 mm, hiervon kommen auf den Nervenstamm 0,0261 mm.

Am erwachsenen Tiere ist das Epithel bedeutend mehr ausgebildet, wie auch die Nervenmasse mit dem Wachstum des Tieres zugenommen hat. Bereits an Asterien von etwa einem Centimeter Durchmesser ist der Durchmesser des Epithels auf das Doppelte gewachsen.

Wie bekannt, sind die radiären Hauptnervenstämme untereinander verbunden durch den sogenannten Nervenring, oder besser Gehirnring, der als eine Commission zwischen den genannten Nervenstämmen zu betrachten ist. Es kommt der Gehirnring dadurch zu Stande, dass sich das Ambulacralrinnenepithel rings peripher um die Mundhaut fortsetzt, und die Nervenfibrillen circulär verlaufen. Figur 51 und 52 auf Tafel VI stellen Verticalschnitte durch das Tier und die Mundhaut dar. Der Gehirnring ist quer durchschnitten. Er zeigt keinerlei höhere Bildungen als die einzelnen radialen Hauptnervenstämme, sondern dieselben Elemente, die in letzteren angetroffen wurden, setzen ihn zusammen. Sowol das Ambulacralrinnenepithel als überhaupt das ganze Körperepithel wimpert. Jeder Zelle gehört eine Wimper zu. Eine Cuticula ist an conservirten Tieren nachweisbar und auch am lebenden bereits zu erkennen.

Ein bisher überhaupt noch nicht beschriebener Teil des Nervensystms ist

Das Nervensystem des Darmtractus [1]).

Vom Gehirnring aus breiten sich im Epithel der Mundhaut Nervenfibrillenzüge nach allen Richtungen aus. Das Epithel der Mundhaut besitzt nur eine Höhe von etwa 0,0065 mm. (Asterias von 1,5 mm.). Nach der Mundöffnung zu verdickt es sich jedoch allmälig um das dreifache. Die Länge der Epithelzellen, welche auf der die Mundöffnung umgebenden Wulstbildung sich vorfinden, sind 0,0228 mm lang. Untersucht man nun auf Längsschnitten diese wulstförmige Bildung, so sieht man wie es hier zur Bildung eines dem Gehirnring gleichenden, wenn auch nicht so stark entwickelten Gebildes gekommen ist. Dieser Nervenwulst, welcher in der Tiefe des Epithels verläuft, wird von Nervenfibrillen gebildet, welche aber zum gröfsten Teile nicht ringförmig verlaufen, son-

---

[1]) vergl. die vorläuf. Mitteilung zur Histologie der Asteriden, in: Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-August-Universität Göttingen 1884, Nr. 9.

dern parallel zur Darmaxe. Zugleich aber setzt sich das Epithel und mit ihm die Menge der Nervenfibrillen fort in den Oesophagus. Nervenzüge gehen von diesem perioesophagealen Nervenring ab, um im Schlund und Magendarm weiter sich zu verzweigen. Es ist nun unendlich schwierig, sich sicher zu überzeugen, dass Sinneszellen in dem Mundwulst sich vorfinden. Da jedoch dieser Teil des Darmtractus ektodermaler Herkunft ist, wie aus seinen Zellen und Drüsen zu schliefsen ist, so steht dem Vorkommen von Epithelsinneszellen nichts im Wege. Macerationspräparate in Drittelalkohol haben mich auch überzeugt, dass hier die Epithelzellen teilweise mit ihren feinsten Fortsätzen in die Nervenfaserschicht eintreten und sich in ihr verzweigen (vergl. Fig. 54, Taf. VI).

Die Nervenzüge verlaufen parallel zur Darmaxe. Im Magendarm, also dem wärend des Fressens nach aufsen handschuhfingerartig hervorgestülpten Abschnitt des Darmes, sind sie in enormer Entwicklung vorhanden. Die Länge der Epithelzellen kann 0,0326 mm betragen, wärend die Nervenfibrillenmasse einen Durchmesser von 0,00978 mm. besitzt. (Asterias von 1,5 mm.) — Sind nun schon an jungen Tieren die Nervenzüge im Magendarm von ungewönlicher Entwicklung und leicht zu constatiren, so ist am Magendarm der erwachsenen geschlechtsreifen Tiere die Menge der Nervenzüge eine erstaunliche. Immer zeigt dieselbe einen gleich einförmigen Bau, wie er schon bei den Radialnervenstämmen besprochen wurde. Die feinen Nervenfibrillen verlaufen parallel zu einander, oft zu Zügen formirt, Ganglienzellen der kleineren Art in sich einschliefsend. Wie ihr Verhalten zu den Zellen des Mitteldarm und der radiären Blinddärme ist, konnte ich nicht eruiren. — Ob die Nerven des Magendarmes entodermalen Ursprunges sind, wie warscheinlich ist, muss die Entwicklungsgeschichte zeigen.

Der terminale Füler.

Der terminale Füler ist als der Endteil der Ambulacralrinne zu bezeichnen. In ausgestrecktem Zustande änelt er einem Ambulacralfüfschen. Seine Länge ist sehr verschieden. An jungen Exemplaren (Figur 2 auf Tafel I) ist er bereits stark entwickelt und leichter zu erkennen als an älteren, an denen er durch das Rückendach mehr oder weniger verdeckt wird. Wärend der Bewegung eines Seesternes wird die Spitze des Armes bekanntlich nach oben emporgerichtet getragen, sodass er dann nach oben sieht. Figur 3 giebt einen Längsschnitt durch den Endteil eines

Armes. Der Füler *(F)* ist hier weit hervorgestreckt und mit dem Armende nach oben gekehrt. (Das Tier wurde mit heifsem Sublimat getötet.) Der Wulst mit den Augenflecken tritt deutlich auf der unteren Fülerfläche hervor.

Was nun den Bau des Fülers anlangt, so ist zunächst hervorzuheben, dass auf seiner unteren Fläche das Epithel ungemein verdickt erscheint. Hierdurch kommt der schon mehrfach erwänte Wulst, das Augenpolster besser gesagt, zu Stande. Diese Verdickung des Epithels verstreicht nach der Spitze des Fülers zu, um am Ende nochmals einer plattenförmigen Anschwellung Platz zu machen. (Figur 3.) Unterhalb der Epithelschicht liegt eine mäfsig entwickelte Bindesubstanzschicht, und nach innen von dieser eine hyaline Membran, eine Längsmuskelschicht und das den Holraum des Fülers auskleidende Epithel des Radialwassergefäfses, welches blind im Ende des Fülers endet.

Auf einem Längsschnitt durch den Füler, welcher durch die Medianebene desselben gelegt ist, trifft man das Nervenband das heifst den Radialnervenstamm der Länge nach. Es setzt sich derselbe auf den Füler fort, indem er einerseits die Augen versorgt und andrerseits bis zum Fülerende verläuft, um hier in einer Anschwellung zu enden. Die Nervenfibrillenschicht *(nf)* des Radialnervenstammes ist in der Figur mit dunklem Tone markirt.

In dem Fülerepithel trifft man erstens dieselben Epithelzellen an, wie im Radialnervenstammepithel überhaupt. Zwischen den basalen Fortsätzen der Stützzellen verlaufen die Nervenfibrillen. Im Augenwulst sind diese Zellen von ganz besonderer Länge. Ihre stark lichtbrechenden Fortsätze durchsetzen die Nervenfaserschicht senkrecht (siehe Figur 4). Ihre Gestalt wird aus Macerationspräparaten (Fig. 7) besonders kenntlich. Der grofse ovale Kern liegt im oberen Teil oder im Centrum der Zelle von wenig Plasma umgeben. Zwischen den Stützzellen zerstreut trifft man auf die zweite im Füler vorkommende Zellform, die Epithelsinneszellen. Es sind die uns schon bekannten harförmigen feinen Zellen, deren Kern bedeutend kleiner ist als der der Stützzellen. Ihr basaler Fortsatz ist kaum messbar und verläuft in der Nervenfaserschicht. Diese fadenförmigen Zellen trifft man auf dem Ende des Fülers in grofser Menge an. Die Nervenfasern verlaufen, wie schon oben bemerkt wurde, bis zum Ende des Fülers und gehen hier über die Epithelzellen, oder besser gesagt: Die auf dem Distalende des Fülers sich findenden Epithelsinneszellen setzen sich in feine Fibrillen fort, welche die Nervenfaserschicht

bilden helfen. Unterhalb des knopfförmig erweiterten Endes des Fülers zweigen sich Nervenfibrillen ab, um ringförmig zu Faserzügen angeordnet zu verlaufen. Auf dem Längsschnitt durch den Füler werden dieselben auf dem Querschnitt getroffen und kommen als fein punktirte Masse zur Beobachtung *(qnf)*. Zwischen den Nervenfibrillen des Fülers treten Zellen hervor, die sich durch ihre Gröfse — ihr Durchmesser beträgt bis 0,0113 mm. — auszeichnen. Diese grofsen Ganglienzellen habe ich nur hier beobachtet, wo sie neben den kleineren sich finden, die sonst allein in der Nervenschicht vorkommen. —

Die Augenflecke.

Betrachtet man bei Lupenvergröfserung den Füler mit seiner polsterförmigen Verdickung, so treten die Augenflecke als purpurne Flecke auf, in deren Centrum ein heller, meist kreisrunder, stark lichtbrechender Körper zu liegen scheint (vergl. Figur 5). Je jünger das Tier ist, desto weniger Augenflecke findet man vor. Mit dem zunehmenden Wachstum nimmt auch die Anzal der Augen zu. —

Auf dem Längsschnitt senkrecht zur Füleraxe erhält man Augenflecke der Länge nach durchschnitten. (Fig. 3 und Fig. 4.) Jeder einzelne Augenfleck stellt ein kegelförmiges Gebilde dar. Mit einem purpurfarben gefärbten Kegel oder Trichter lässt sich ein einzelner Sehfleck gut vergleichen. Der Bau ist am besten zu erkennen, wenn wir auf die Entstehung der Augenflecke eingehen. Jeder Sehfleck wird als Einstülpung des Epithels angelegt. Diese Einstülpung erstreckt sich tiefer und tiefer, sodass im Centrum des ausgebildeten Organes sich ein kegelförmiger Hohlraum findet, dessen Spitze nach innen zu liegen kommt. Ueber die so entstandene Einsenkung des Epithels setzt sich die Cuticula fort. Rings um die trichterförmige Einsenkung gruppiren sich die die Retina des Auges bildenden Zellen, Pigmentzellen und pigmentlose Zellen. Figur 4 zeigt einen Augenfleck mit dem erhaltenen Pigment, wärend zwei andere Augenflecke one Pigment, dasselbe ist durch Alkohol entfernt worden, dargestellt sind.

Die Zellen der Retina, welche das Pigment tragen, haben einen complicirten Bau. Macerirt man einen frei präparirten Augenwulst in Drittel-Alkohol, so erhält man sehr gute Präparate. — Der Zellleib der Pigmentzellen ist dicht angefüllt mit roten Körnchen oder besser Tröpfchen, die von einer stark lichtbrechenden

Substanz gebildet werden. Zerquetscht man solche Pigmentzellen, so tritt das Pigment in Gestalt kleiner Körnchen aus dem Zellleib heraus. Dem freien Teile der Zelle sitzt ein halbkugeliges Gebilde auf, das Stäbchen, dessen Inhalt von wässeriger Consistenz erscheint. Diese an isolirten Zellen halbkugeligen bis prismatischen Gebildes ragen in den trichterförmigen Holraum der Augenflecke hinein und füllen denselben fast ganz aus. Der Kern liegt basal in demjenigen Teile der Zelle, welcher sich in eine feine Fibrille fortsetzt, die in der Nervenschicht verläuft. Hier und da bilden diese Fibrillen Varicositäten, öfter finden sich Pigmenttröpfchen in denselben „perlschnurartig" angereiht.

Der Augenfleck wird zum gröfsten Teile von diesen Pigmentzellen gebildet. Zwischen denselben jedoch findet man gewönliche Sinneszellen, welche denen im übrigen Körperepithel gefundenen gleichen. Nur durch ihre Länge sind sie ausgezeichnet. Diese Sinneszellen, welche übrigens zwischen den Augenflecken im Wulstepithel überhaupt, sowie auf der Spitze des terminalen Fülers sich finden, sind von feiner harförmiger Gestalt (vergl. Figur 8 *esz*). Der länglich ovale Kern ist nur von wenig Plasma umgeben und liegt meist im oberen Teile der Zelle. Die feinen Fibrillen, in welche sich basal die Zellen verlängern, lassen sich in Drittel-Alkohol sowol in Essigosmiumsäure gut demonstriren.

Aufser den genannten Zellen findet man noch die Stützzellen vor, welche besonders in den Interstitien, welche zwischen den einzelnen Sehflecken sich finden, vorkommen. Es sind Zellen mit grofsem ovalen Kern. Ihr basaler breiter Fortsatz durchsetzt senkrecht die Nervenfaserschicht. Der kegelförmige Holraum jedes Augenfleckes wird von einer wasserhellen gallertartigen Flüssigkeit erfüllt; dieselbe umspült also die zu den einzelnen Pigmentsinneszellen gehörigen Stäbchen und wird nach aufsen von der Cuticula begrenzt.

Dass die eben geschilderten Organe nur in beschränktem Mafse als Augen fungiren werden, liegt auf der Hand. Wir werden deshalb auch besser von Augenflecken oder Sehflecken zu sprechen haben.

Auf das, was die verschiedenen Autoren uns bisher über den Bau der Sehflecke berichtet haben, komme ich weiter unten zu sprechen, wenn ich die verschiedenen Ansichten über das Nervensystem durchgehen werde.

Recapituliren wir noch einmal, so können wir am Auge der Seesterne unterscheiden die Retina mit den Stäbchen und die den

Holraum des Sehkegels ausfüllende Substanz, welche eine gallertartige Consistenz hat. Diese könnte als Glaskörper gedeutet werden, wärend die Cuticula als Cornea in Anspruch zu nehmen wäre.

In wiefern solche Deutungen berechtigt sind, lasse ich dahingestellt sein.

Die Sehflecke der Gattungen Astropecten, Asterias, (auf diese bezieht sich die Darstellung) und Solaster haben denselben Bau. Warscheinlich wird bei allen Gattungen, welche Augenflecke besitzen, der Bau derselben der gleiche sein. —

Ich schliefse noch einige Bemerkungen über die Konservirungsmethoden an. Will man die Sehflecke auf Schnitten untersuchen und zugleich das Pigment möglichst erhalten, so ist es rätlich, das frei herauspräparirte Augenpolster in ein Gemisch von 1 % Osmiumsäure und 1 % Essigsäure zu bringen und hierauf in Gummiglycerin einzubetten oder überhaupt in irgend einer anderen Masse, welche eine vorherige Behandlung mit Alkohol ausschliefst, da dieser den Farbstoff extrahirt und der Leib der Pigmentzellen dann wasserhell erscheint.

Wärend ich meist zum Maceriren bisher Osmiumessigsäure anwendete, erhielt ich die Stäbchen der Pigmentzellen nicht mit conservirt. Ich kam deshalb auf den Gedanken, dass, wo solche beschrieben seien (Lange), es sich um Kunstprodukte handele. Bei Anwendung von Drittelalkohol jedoch erhalten sich die Gebilde sehr gut und sind an Klopfpräparaten leicht zu finden.

Der Bau der Füfschen.

1) Astropecten platyacanthus.

Von den eigentlichen Saugfüfschen haben wir bei Formen wie Asteracanthion, Solaster u. A. zu trennen diejenigen Gebilde, welche ihnen im äufseren Habitus wohl gleichen, aber die Funktion des Ansaugens aufgegeben haben. Es sind das die als Tastfüfschen zu bezeichnenden Füfschen, welche in der Umgebung des terminalen Fühlers, also an der Spitze eines jeden Armes sich finden. Sie besitzen keine Saugplatte, denn es erscheint ihr Apicalende konisch zugespitzt. Auch fehlen ihnen die Kalkeinlagerungen. Histologisch unterscheiden sie sich nur in Bezug auf die Nervenschicht. Diese ist in den Tastfüfschen weit stärker entwickelt als in den echten Saugfüfschen. Betrachtet man einen lebenden Seestern wärend seiner Bewegung, so sieht man das Ende jedes Armes

in die Höhe gekehrt, so dass der Augenwulst nach oben gewendet erscheint. Zugleich aber sind die Tastfüfschen in lebhafter Bewegung begriffen. Sie tasten im Wasser hin und her und, falls sie an einen im Wege liegenden Gegenstand anstofsen, wird derselbe nur immer von Neuem betastet, ohne dass es aber zu einer Anheftung käme. Sie dienen mithin nur als Tastorgane.

Bei Astropecten sind Tastfüfschen wie Saugfüfschen nicht zu unterscheiden. Beide Formen sind konisch zugespitzt; sie besitzen keine Saugplatten.

Zur Erläuterung des Baues eines Füfschens unserer Art diene ein Längsschnittsbild, wie es in Figur 9 Taf. II gegeben ist. Betrachtet man den oberen Teil, so fällt zunächst auf die verschiedene Entwicklung der Gewebe, welche die Wandung des Saugfüfschens zusammensetzen. Die Epithelschicht ist von der Basis des Füfschens an bis zum Beginn des konisch zugespitzten Endes gleichmäfsig entwickelt, um in letzterem Teile an Dicke zuzunehmen. Die Cutis, Bindesubstanzschicht, ist in gleicher Weise stärker ausgebildet im Füfschenende. Die Muskulatur hingegen nimmt nach der Spitze des Füfschens an Entwicklung ab. Sie ist an der Fufsbasis sehr stark ausgebildet und verjüngt sich mehr und mehr nach dem Ende. Diese verschieden starke Entwicklung der Gewebe tritt bei anderen Gattungen nicht in dieser Weise auf, und es ist von Interesse, dem Grund dieser Erscheinung nachzugehen. — Wir werden finden, dass das Füfschen durch diese eigentümliche Entwicklung der Gewebe besonders befähigt wird zur Bewegung sowol wie zur Sinnesperception. Bei einer Kontraktion des Füfschens wird durch die massige Entwicklung der Muskulatur im basalen Teile das obere distale vorzugsweise als nervös zu benennende Ende nicht oder nur wenig in Mitleidenschaft gezogen werden. Durch die stärkere Entwicklung des Bindegewebes wird dann weiterhin einer Muskelkontraktion entgegengewirkt. So wird selbst bei der Bewegung das distale Ende ungestört seine Funktion als Sinnesorgan vollziehen können, was, wenn es in gleicher Weise wie der basale Teil kontrahirt würde, nicht der Fall sein könnte. So ist hier das Füfschen in äufserst zweckmäfsiger Weise angepasst zwei Funktionen, denen der Bewegung und der Sinnesperception. —

Gehen wir nun zur Betrachtung der einzelnen Gewebe, welche die Füfschenwandung zusammensetzen, über! Es sind zu nennen 1) das Epithel mit den Nervenfaserzügen, 2) die Cutis, 3) eine

hyaline bindegewebige Membran, 4) die Längsmuskelschicht, 5) das Innenepithel, welches den Holraum auskleidet.

1) An vollkommen ausgestreckten Füfschen überzeugt man sich am besten, dass das Epithel einschichtig ist. Von der Fläche betrachtet, zeigt es uns das bekannte Bild polygonaler Zellen. Auf Querschnitten durch ein Füfschen (nahe der Basis) sieht man (zur Erläuterung diene Figur 17 auf Tafel II), wie das Aufsenepithel aus cubischen Zellen besteht. Dies ist der Fall, wenn die Füfschen vollkommen ausgestreckt sind. Sind sie jedoch contrahirt, dann bekommen die Zellen eine cylindrische Gestalt. Die Höhe des Epithels kann bei mittlerer Contraction mit etwa 0,0228 mm angegeben werden. Der Zellkern ist von ovaler Gestalt. An der Spitze des Füfschens ist das Epithel durch eine zweite Zellform, die Epithel-Sinneszellen, ausgezeichnet.

Die Verdickung des Epithels des Fufsendes wird durch die verlängerten feinen Zellen hervorgerufen. Auch hier ist das Epithel einschichtig zu nennen. Die Kerne der Zellen liegen nur in den verschiedensten Höhen derselben. Zweierlei Zellformen kann man hier unterscheiden, Stützzellen und Epithelsinneszellen. Erstere sind von fadenförmiger Gestalt, der Zellkern wird von dem geringen Zellplasma umgeben. Basal verläuft ein starker Fortsatz, der sich auf der Basalmembran inserirt. Die Epithelsinneszellen unterscheiden sich von ersteren durch ihren feineren Bau. Die Sinneszelle zeigt eine spindelförmige Anschwellung, in welcher der Kern mit constant einem Kernkörperchen liegt. Nach der Peripherie verlängert sie sich in einen feinen Fortsatz und in gleicher Weise sendet sie basalwärts einen solchen aus, welcher von feinstem Bau erscheint. Die basalen Fortsätze bilden ein Geflecht, das Nervenfasergeflecht, welches zwischen den basalen Stützfasern der Stützzellen verläuft. Einen genügenden Einblick in den Bau der Sinneszellen erlangt man erst an Macerationspräparaten. Mit grofser Geduld muss man hier zu Wege gehen. Osmiumessigsäurepräparate füren zu guten Resultaten. Figur 10 auf Tafel II zeigt ein in Glycerin aufgehelltes, auf die eben angegebene Weise behandeltes Präparat. Auf diesem Bild fällt die zwischen den peripheren Zellfortsätzen auftretende Körnelung auf. Sie rührt von schwer zu isolirenden und darzustellenden einzelligen Drüsen her, welche von schlauchförmiger Gestalt sind und im Fufsende auftreten. Im Epithel finden sich aufser diesen Drüsenzellen Becherdrüsen vor, wie ich sie bei Asterias näher beschrieben

habe. Besonders im basalen Teile des Füfschens sind sie anzutreffen. Auch die Stützzellen mit ihren lichtbrechenden robusten basalen Fortsätzen sind zu erkennen.

Die Nervenfaserschicht findet sich in Gestalt von Nervenzügen, welche in der Tiefe der Epithelschicht parallel zur Längsaxe des Füfschens verlaufen. Am stärksten entwickelt ist sie im Bereich des konischen Fufsendes, wie ein Blick auf Figur 9 lehrt. Hier kann man von einer plattenförmigen Ausbreitung der Nervenzüge sprechen.

Zu erwänen ist noch, dass eine feine (0,0014 mm im Durchmesser) Cuticula die Epithelschicht überzieht. Durch Poren treten die Flimmerhaare hindurch.

2) Die Cutis (Bindesubstanzschicht) ist im basalen wie mittleren Teile des Füfschens weniger stark zur Entwicklung gekommen als im Endteile. Man kann in ihr von aufsen nach innen gerechnet unterscheiden eine Lage mit längsverlaufenden Fasern und Zellen und eine Lage von feinen ringförmig angeordneten einer hyalinen Membran aufliegenden Fasern. Auf letztere folgt nach innen die Längsmuskulatur des Füfschens. In der Basis des Füfschens sind die genannten beiden Schichten der Cutis nicht zu unterscheiden, da sie hier überhaupt nur gering ausgebildet ist. Die Zellen der Bindesubstanz sind in diesem Teile plattgedrückt und liegen der hyalinen Membran eng auf. Der Durchmesser der letzteren kann mit etwa 0,0021 mm angegeben werden.

3) Die Längsmuskelschicht, über deren verschiedene Ausbildung ich mich schon oben ausgesprochen habe, besteht aus längs verlaufenden auf dem Querschnitt oval bis kreisrund erscheinenden langen Fibrillen, welche das Muskelkörperchen etwa in der Mitte tragen.

4) Die Epithelschicht endlich, welche den Holraum des Füfschens auskleidet, setzt sich aus wimpernden cubischen Zellen mit kugeligem Kern zusammen. Sie bietet für uns kein besonderes Interesse.

2) Astropecten aurantiacus Phil.

Da der Bau der Füfschen dieser Art im Grofsen und Ganzen übereinstimmt mit dem so eben bei A. platyacanthus geschilderten Verhältnissen, so will ich nicht näher an dieser Stelle auf denselben eingehen, zumal ich schon früher, wenn auch nur kurz, denselben geschildert habe. Soviel sei jedoch hervorgehoben, dass bei dieser Art sich die Sinneszellen besser demonstriren lassen und

zwar schon an Längsschnittpräparaten, an denen man streng unterscheiden kann zwischen den gewönlichen Epithel- und den Sinneszellen.

3) Solaster papposus Retz.

Diese Art besitzt in vier Reihen angeordnete Saugfüfschen, welche an ihrer Spitze eine Saugplatte tragen. Im Epithel derselben tritt auch hier eine von den gewönlichen Epithelzellen abweichende Zellart auf.

Die die Wandung des Füfschens zusammensetzenden Gewebe sind folgende. Auf das wimpernde Körperepithel folgt die Bindesubstanzschicht, welche die Cutis bildet; hierauf die Längsmuskelschicht, welche von letzterer durch eine hyaline Membran getrennt wird. Nach innen von der Muskularis ist endlich das Innenepithel, wie ich es kurz nennen will, zu erwänen.

1. Beginnen wir mit der Schilderung der Epithelschicht. An den mit Chromsäure conservirten Füfschen ist eine periphere Cuticula zu beobachten, welche von Porengängen durchsetzt erscheint. An gut conservirten Füfschen kann man die Cuticula leicht als Ganzes vom Epithel abheben; das Gleiche gelingt durch Klopfen auf das Deckglas an Schnittpräparaten.

Wärend die Epithelschicht des Füfschens einen Durchmesser von ungefär 0,0456 mm. besitzt (am nur ganz gering contrahirten Füfschen), hat das Saugplattenepithel eine Höhe von etwa 0,13—0,16 mm. Die gewöhnlichen Epithelzellen sind von spindliger Gestalt. Nach der Peripherie senden sie einen Fortsatz und am anderen Pol eine basale Faser, welcher senkrecht bis zur Cutis verläuft. Das basale Ende dieser Stützfasern ist oft gabelförmig gestaltet oder abgeplattet. Diese Epithelzellen sind je nach dem Teile des Füfschens, an welchem sie angetroffen werden, in ihrer Länge verschieden. In der Saugplatte sind die längsten Stützzellen zu finden.

Zwischen den Fortsätzen der Stützzellen verlaufen die Nervenfibrillenzüge. Auf dem Längsschnitt trifft man die Fortsätze der Stützzellen, die Längsnervenzüge durchsetzend, an. Letztere zweigen sich vom (Ambulacral- oder) Radialnervenstamm ab. Bündelweise verlaufend, ziehen die Nervenfibrillen bis zur Saugscheibe, um hier einen Nervenring zu bilden, wie weiter unten geschildert werden soll.

2. Die Bindesubstanz besteht aus zwei Lagen, die sich am besten in ihrer Bildung auf Längsschnitten untersuchen lassen.

Figur 22 auf Tafel III giebt ein Stück eines solchen durch die Wandung eines Saugfüfschens wieder. Auf das Epithel mit Cuticula, in deren Tiefe die Nervenfasern verlaufen *(nf)*, folgt die von der Bindesubstanz gebildete Cutis *(bg)*. Die äufsere der Peripherie zugekehrte Lage ist von wenigen Zellen mit ihren Fortsätzen durchzogen; die Grundsubstanz, durchaus homogen, herrscht vor. In der Saugplatte nimmt diese Lage an Ausdehnung bedeutend zu. Die innere Lage besteht aus ringförmig verlaufenden Fibrillen, welche als Antagonisten der Längsmuscularis aufzufassen sind, in gleicher Weise gilt dies auch für die hyaline zur Bindesubstanz gehörige Membran, deren Durchmesser (bei mäfsiger Contraktion) mit 0,00284 mm angegeben werden kann. Sie setzt sich auch auf die Saugplatte fort. Niemals treten in ihr Zellen auf, sondern immer ist sie vollkommen homogen. Am lebenden Tier wird sie von gallertartiger Beschaffenheit sein.

3. Die Längsmuskelschicht besteht aus cylindrischen sehr langen Fibrillen, in deren ungefären Mitte der ovale Kern von dem kaum nachweisbaren Zellleibe umgeben wird. Das Muskelkörperchen liegt der Fibrille einseitig auf. Die einzelnen Muskelfibrillen verlaufen streng parallel zu einander und convergiren, in der Saugplatte angekommen. Sie stehen in Zusammenhang mit der in den Ampullen befindlichen Muscularis.

4. Die wimpernde Epithelschicht, welche das Lumen der Füfschen auskleidet (vergl. Figur 22 Tafel III), besteht aus cubischen Zellen, deren kugeliger Kern im Centrum der Zelle liegt. —

Die Saugscheibe

wird am besten ihres complicirten Baues wegen getrennt betrachtet.

Bei der Lupenbeobachtung erkennt man im Centrum der Saugscheibe eine muldenförmige Vertiefung. Von ihr ausgehen sieht man dunkle Strahlen, die radienartig verlaufen. Welche Bewandtnis es mit diesen dunklen Stralen hat, soll weiter unten auseinandergesetzt werden.

Dass das Epithel äufserst stark verdickt ist, wurde schon erwänt. Ein Blick auf Figur 21 in Tafel II veranschaulicht uns diese Bildung. Hier ist nur die eine Hälfte der auf dem medianen Längsschnitt getroffenen Saugplatte dargestellt. In der Tiefe der mächtigen Epithelschicht verlaufen die Nervenfibrillenzüge, *(nf)* welche in der Saugplatte zu einer ringförmigen An-

schwellung zusammentreten, zugleich aber eine plattenförmige Lage oberhalb der Bindesubstanz bilden.

Von den verschiedenen Zellarten, welche in der Saugplatte auftreten, sind zuerst die Stützzellen zu erwänen. Wirft man einen Blick auf Figur 24 auf Tafel III, so sieht man folgendes. Der Zellleib ist an seinem einen Ende in einen feinen Fortsatz ausgezogen, welcher peripher bis zur Cuticula verläuft. Von nur wenig Plasma umhüllt, liegt der ovale Kern in dem spindlig aufgetriebenen Teile des Zellleibes. Unterhalb des Kernes entsendet die Zelle einen stärkeren Fortsatz, der basalwärts verläuft und sich meist bis in die Bindesubstanz verfolgen lässt. Dieser basale Fortsatz, die Stützfaser, ist von einer stark lichtbrechenden Substanz gebildet und von den Fibrillen der Bindesubstanz wenig zu unterscheiden.

Auf einem medianen Längsschnitt durch die Saugplatte sieht man, wie die Fortsätze der Stützzellen zusammentreten, die Nervenfaserschicht *(nf)* durchsetzen und in der Cutis *(bg)* sich verzweigen. Von der zweiten Zellform, zu deren Schilderung ich mich jetzt wenden will, unterscheiden sich die Stützzellen durch die Gröfse ihres Zellkernes.

Bei den Epithelsinneszellen, die mit ersteren den gröfsten Teil der in der Saugplatte vorkommenden Zellen bilden, ist der Zellkern von kleinerer Gestalt (vergl. Figur 29 Tafel III). Er tingirt sich, mit neutralem Essigkarmin behandelt, weit mehr als der der Stützzellen. Auch diese Zellform zeichnet sich durch die enorme Länge aus. Die einzelnen Zellen sind haarförmige Gebilde. Der spindlig aufgetriebene Zelleib umschliefst einen ovalen Kern und verjüngt sich nach der Peripherie zu in einen schmalen cylindrischen Fortsatz, der auf seiner Oberfläche eine Wimper trägt. Der andere Pol des Zellkörpers läuft unter plötzlicher Verjüngung in einen feinen Faden über, der wenig varicöse Anschwellungen besitzt. Diese Fäden der Sinneszellen vereinigen sich zu einem Netzwerk und helfen so die Nervenfaserschicht bilden. Figur 29 zeigt ein in Drittelalkohol macerirtes Präparat. Basalwärts von den Fäden der Zellen ist die Nervenfaserschicht mit ihren hier parallel verlaufenden Fibrillen gezeichnet, in welche die ersteren eintreten und an noch weiter macerirten Objekten oft auf weite Strecken verfolgt werden können. Zwischen denselben trifft man die regellos zerstreuten Ganglienzellen an, welche meist zwei Ausläufer besitzen. Ihre Gröfse ist schwer zu bestimmen. Meist wird der Zellleib ganz von dem ovalen Kern eingenommen und setzt sich in zwei schmale fadenartige Verlängerungen fort,

die zwischen den Nervenfibrillen sich verfolgen lassen. Die Gröfse der Zellkerne der Sinneszellen beträgt im Längsdurchmesser 0,0028 mm; ihre Breite ist 0,0014 mm; der Längsdurchmesser der Stützzellenkerne ist jedoch 0,0057 mm, ihre Breite 0,0021 mm grofs.

Drüsenzellen kommen in grofser Anzal in der Saugscheibe vor, und zwar am Rande derselben. Es sind schlauchförmige Gebilde von verschiedener Gröfse. Basalwärts setzt sich der Zellleib fort in einen starken Fortsatz. Der Kern liegt meist in dem Teile der Zelle, von welchem der basale Fortsatz entspringt. Der Inhalt dieser Drüsen besteht aus kleinen Körnchen. Mit Karmin tingiren sich dieselben nicht, und kann man auf ihr Vorhandensein nur schliefsen durch das Vorkommen von hellen Zwischenräumen zwischen den übrigen Epithelzellen. Welches ist wol die Funktion dieser Drüsenzellen? Wir werden wol kaum fehlgehen, wenn wir denselben eine Absonderung von Schleim zuschreiben, welcher mit eine Rolle spielt bei dem Saugakte der Füfschen. Vermöge dieses Sekretes wird ein Anheften der Saugplatte bedeutend erleichtert werden müssen. Ganz besonders wird dies aber Geltung haben bei der Anheftung an glatten Flächen. An dieser Stelle will ich erwänen, dass an ganz jungen Tieren, welche man auf einen Objektträger gebracht hat, der mit wenig Wasser benetzt ist, bei der Bewegung die Zellen der Saugplatte in pseudopodienartige Verlängerungen ausgezogen werden können. Dies geschieht im Momente der Loslösung der Saugplatte vom Objektträger und wiederholt sich an allen Füfschen in gleicher Weise. Dasselbe konnte ich an jungen Tieren von Asterias rubens fast stets beobachten.

Die Bindesubstanzschicht bietet in der Saugplatte folgendes Verhalten. Einmal ist sie mächtig verdickt, wie ein Blick auf das Längsschnittsbild Figur 25 auf Tafel III lehrt. In der homogenen Grundsubstanz sind Zellen mit Fibrillen in grofser Menge vorhanden. Vor allem nimmt aber folgende Bildung unser Interesse in Anspruch. Es erstreckt sich nämlich die Bindesubstanz in die Epithelschicht hinein. Diese Anordnung tritt uns bei der Flächenbetrachtung einer Saugplatte in Gestalt der oben schon erwänten Radien entgegen. Es sind die letzteren Bindesubstanzfibrillenbündel, welche die Nervenschicht durchsetzen und andrerseits von den Fortsätzen der Stützzellen gebildet werden. Figur 26 zeigt uns, wie die Stützzellen, (kenntlich an ihrem grofsen ovalen Kern), meist bündelweise zusammenliegen und ihre Fortsätze basalwärts zur Bindesubstanz verlaufen. Die Sinneszellen liegen dann zwischen

den Radien gleichfalls meist bündelweise angeordnet, wie uns ebenfalls Figur 26 *(esz)* zeigt. Tangentialschnitte überzeugen am besten von dem eben geschilderten Bau der Saugplatten. —

4) Asterias rubens L.

Der Bau der Füfschen dieser Art ist im Grofsen und Ganzen übereinstimmend mit dem der gleichen Gebilde von Solaster. Die Lagerung der einzelnen, die Wandung des Füfschens zusammensetzenden Gewebe ist die gleiche sowie auch die Entwicklung, welche dieselben zeigen. Hier wie dort folgt auf die Epithelschicht mit den Nervenfaserzügen die Bindesubstanzschicht, eine hyaline Membran und hierauf die Muskelschicht, aus der Länge nach verlaufenden Fibrillen bestehend. Nach innen von dieser liegt das den Holraum der Füfschen auskleidende Epithel.

Die Zellen, welche die Epithelschicht bilden helfen, sind in der Saugscheibe: Stützzellen, Epithelsinneszellen, Becherdrüsen; hierzu kommen die Nervenfibrillen mit den Ganglienzellen.

Wie in Figur 27 (Tafel III) gezeichnet ist, erscheint die Epithelschicht in der Saugscheibe stark verdickt. In der Tiefe verläuft die Nervenschicht *(nf)*, die im Centrum des linken Saugplattenwulstes zu enden scheint. In Warheit aber bildet die Nervenschicht in der Saugplatte einen Ring, der aus ringförmig verlaufenden Fibrillen besteht. Der centrale Teil *(c. T.)* der Saugplatte ist fast ganz frei von Nervenfibrillen. Anders war dies bei Solaster papposus (vgl. Fig. 25), wie ein Blick auf unsere Abbildung lehrt. Denn hier kommt es zwar auch zu einer ringförmigen Verdickung, aber aufserdem ist die Nervenschicht plattenförmig ausgebreitet.

Figur 28 giebt ein Stück der Saugplatte in stärkerer Vergröfserung wieder. Man kann die Nervenfaserschicht mit ihren der Länge nach verlaufenden Fasern im unteren Teile der Saugplatte erkennen. Im Centrum derselben sind die Fibrillen auf dem Querschnitte getroffen; sie erscheinen im Nervenring in Folge dessen als feine Punkte. *(qunf.)*

Unter den Zellen, welche die Saugplatte zusammensetzen, sind zuerst einmal die Stützzellen zu nennen. Figur 16 auf Tafel II zeigt diese Zellen durch Maceration in Drittelalkohol dargestellt *(stz.)* Sie zeichnen sich durch die Gröfse ihrer Kerne von den Sinneszellen *(esz)* aus. Ihre Gestalt gleicht den schon bei Solaster geschilderten Zellen. Ihr basaler Fortatz ist stark ausgebildet. Er durchsetzt die Nervenfaserschicht senkrecht (vgl.

Fig. 28 Taf. III *(f)*). Die feinen Fäden, in welche sich die Sinneszellen verlängern, verlaufen im Nervenring.

Die Bindesubstanzschicht schickt Fibrillen bündelweise in die Saugplatte, sodass von der Fläche gesehen dasselbe Bild wie bei der vorigen Art entsteht. Man sieht dann vom Centrum der Saugplatte aus dunkle Radien ausstrahlen, welche eben von der Bindesubstanz gebildet werden.

In der Bindesubstanzschicht des Füfschens kann man eine äufsere Lage unterscheiden, in welcher helle Zellen von meist ovaler Gestalt liegen. Es gleichen dieselben — ihr Inhalt ist wasserhell — den in der Blutflüssigkeit gefundenen Zellen. Da nun in den Füfschen ein Blutgefäfs nicht vorhanden ist, so ist man berechtigt, diese äufserste Schicht der Bindesubstanz als für die der Ernärungsflüssigkeit zur Bewegung dienende aufzufassen. (vergl. Figur 19 Tafel II). Ueberdies kann man auch bei Solaster, und ich hole dies hier nach, diese Zellen, wenn auch nicht in so grofser Menge, antreffen.

Die Längsmuskelschicht nimmt nach dem Füfschenende mehr und mehr an Ausdehnung ab. Die Fibrillen convergiren nach dem Centrum der Saugplatte zu. Ihr Bau wird weiter unten besprochen werden.

Ich schliefse hier noch einige Angaben über den Bau der Tastfüfschen dieser Art an.

Bei Asterias rubens trifft man in der Jugend nur ein par Tastfüfschen an. An jungen Tieren untersuchte ich dieselben. Figur 69 auf Tafel VII giebt einen Längsschnitt durch das Ende eines Tastfüfschens wieder. Dasselbe ist abgerundet. Die Zellen des Endes sind von fadenförmiger Gestalt und mit Wimpern versehen. An jugendlichen Tastfüfschen, wie das dargestellte ist, (es stammt von einem Asterias vom Durchmesser 7 mm) kann man die Nervenfibrillenschicht, da sie noch gering ausgebildet ist, schwer erkennen. Auch die Längsmuskelfasern sind schwach entwickelt. Das den Holraum auskleidende, aus cubischen Wimperzellen bestehende Epithel tritt deutlich hervor. Die Bindesubstanzschicht beschränkt sich auf eine äufserst dünne Lamelle.

Kritik der über den Bau des Nervensystems handelnden Arbeiten.

Ich habe es im Vorhergehenden vermieden, irgend eine historische Notiz zu geben, um die Darstellung nach Möglichkeit knapp

zu halten. Dies will ich nun nachholen und auf die hauptsächlichsten Arbeiten eingehen. Vor allen sind es die Arbeiten von Greeff,[1]) Hoffmann,[2]) Teuscher,[3]) Lange und Ludwig, welche von dem Nervensystem der Asteriden Notiz nehmen, die Arbeiten von Haeckel, Hoffmann, Lange u. a., welche den feineren Bau der Sehflecken schildern.

Nach Greeff soll, soweit dies aus seiner kurzen Darstellung hervorgeht, unsere Nervenfibrillenschicht zusammen mit den Epithelzellen, unseren Stützzellen, den Ambulacralnerv bilden. Unterhalb der Cuticula sollte nach Greeff ein Plattenepithel liegen, dessen Vorhandensein von den nachfolgenden Forschern bereits bestritten wurde. Es ist auch in der That nicht vorhanden. Die ganze Darstellung Greeffs ist bereits von Ludwig zurückgewiesen worden, sodass ich auf dessen Arbeit nur zu verweisen habe. Uebrigens ist hervorzuheben, dass Greeff selbst genauere Mittheilungen über die histologische Struktur an genanntem Orte in Aussicht gestellt hat, seine Angaben somit nur als vorläufige anzusehen sind.

Hoffmann giebt uns eine Darstellung des Nervensystems, welche ich kurz schildern will. Nach ihm bilden die „Nerven" hole Kanäle. Die (Ambulacralnervenstämme) eigentlichen Nervenfibrillen sind nach Hoffmann, der dieselben offenbar nur auf Querschnitten untersucht hat, eine feinkörnige Grundsubstanz, die der grauen Substanz der höheren Tiere äneln soll. In diese Grundsubstanz sollen die eigentlichen Nervenelemente (-Stützzellen) eingebettet sein. Hätte Hoffmann den Ambulacralnervenstamm auch auf Längsschnitten untersucht, so hätte er sehen können, dass seine körnige Grundmasse nichts anderes als die auf dem Querschnitt getroffenen, der Länge nach verlaufenden Nervenfibrillen sind.

Glücklicher ist Teuscher in seinen Beobachtungen gewesen. Er hat die Längsfaserschicht im Grunde des Ambulacralsinnenepithels für die Nervenschicht erklärt. Seine übrigen Angaben hat Ludwig bereits bekämpft und berichtigt.

---

[1]) Greeff, Ueber den Bau der Echinodermen. 1. Mitteilung im Sitzungsbericht der Gesell. z. Bef. d. ges. Natw. zu Marburg 1871. No. 8.

[2]) Hoffmann, Zur Anatomie der Asteriden, in: Niederländ. Archiv für Zoologie. Bd. 2. 1874—1875.

[3]) Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, in: Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. 10. Band 1876.

Ich gehe sogleich zur Besprechung der Lange'schen Arbeit über. Lange[1]) nimmt als Nervenschicht eine Zelllage in Anspruch, welche an einem anderen Orte liegt, nämlich in dem Perihämalkanal. Hier liegen bei einigen Seesternen Zellwülste, die nichts weiter sind als ein geschichtetes Epithel. Lange hat die einzelnen Zellen durch Maceration getrennt und glaubt gefunden zu haben, dass jede Zelle Ausläufer besitze. Diese deutet er als Nervenfibrillen!

Was für eine Bewandtniss es aber mit diesen Zellwülsten hat, werde ich in dem Kapitel über das Schizocoel zeigen.

Die Ansicht von Lange, jetzt noch widerlegen zu sollen, wo ich glaube den Nachweis von Epithelsinneszellen in Zusammenhang mit der Nervenfaserschicht gebracht zu haben, halte ich für überflüssig. Ich komme endlich zu den Darstellungen von Ludwig.[2]) Er unterscheidet zwischen den Nervenfibrillen kleine Zellen, die er als Ganglienzellen deutet. Weiterhin spricht er von einer „Faserschicht" und von „Längsfasern"; erstere Schicht bilden die von mir als Stützzellen bezeichneten Gebilde, letztere die echten Nervenfibrillen. Die Längsfasern werden von Ludwig auch als Nervenfasern benannt. Diese Deutung stimmt also mit der meinigen überein. Seinen Standpunkt fasst aber Ludwig dahin zusammen, dass er sagt: „Wir haben also bei den Asteriden ein Nervengewebe, welches in seinen Elementen zwar keinen unmittelbaren Zusammenhang mit dem äusseren Epithel des Körpers mehr erkennen lässt, aber doch noch seinen ektodermalen Ursprung dadurch verräth, dass es zwischen die innerste zu Fasern ausgezogene Lage jenes Epithels eingeflochten ist." Ich führe diesen Satz wörtlich an, um den Stand der Frage über den histologischen Bau des Nervensystems zu kennzeichnen, zur Zeit, als ich diese Untersuchung unternahm und publicire. — Die Epithelsinneszellen, die ich nachgewiesen habe, sind somit bisher noch nicht beobachtet worden. — Claus[3]) hat an verschiedenen Stellen seiner Publicationen ausgesprochen, dass warscheinlich ein Zusammenhang des Nervensystems mit dem Epithel bestehe. Seine Vermutung hat sich nach meinen Untersuchungen für Holothurien und Asteriden somit als richtig herausgestellt. —

---

[1]) Lange, Beitrag zur Anatomie und Histologie der Asteriden und Ophiuren, in: Morpholog. Jarbuch von Gegenbaur. Bd. 2 1876.

[2]) Ludwig, Morpholog. Studien. Abhandlung 5. pag. 191.

[3]) Claus, Grundzüge der Zoologie, 1. Band. p. 314. 1880.

Was die verschiedenen Angaben über den Bau der Augenflecken anlangt, so ist zuerst eine Arbeit von Haeckel[1]) zu nennen. Ihm verdanken wir die ersten Angaben über das Auge. Zu einer Zeit (1860), wo die modernen Untersuchungsmethoden noch nicht bekannt waren, untersuchte er den histologischen Bau der Augen bei verschiedenen Arten. Kein Wunder, wenn es damals nicht gelang, einen vollkommen klaren Einblick in den Bau der Sehflecke zu erlangen. Nach Haeckel war es Lange[2]), welcher von Neuem dieselben eingehend untersuchte.

Der Darstellung von Lange ist bis auf folgende Punkte beizupflichten. Da dieser Forscher die Nervenfaserschicht nicht erkannt hat und an einem anderen Orte gefunden zu haben glaubte, so musste ihm auch die ware Natur der Pigmentzellen als Sinneszellen entgehen.

Weiter hat Lange einen terminalen Ganglienknoten im Füler beschrieben, zwischen welchem er übrigens keinen Zusammenhang mit seiner Nervenschicht konstatiren konnte. Dieser Ganglienknoten, welcher sich unterhalb des Epithels findet, ist jedoch, wie aus Längsschnitten durch den Füler sich unschwer feststellen lässt, nichts anderes als die hier an erwachsenen Tieren stark entwickelte Bindesubstanzschicht mit ihren Zellen. Ein Zusammenhang zwischen dieser Schicht und dem Epithel ist nicht vorhanden. An jungen Tieren ist die Bindesubstanzschicht noch nicht im Füler verdickt, wie Figur 3 auf Tafel I zeigt. Lange scheint zu seiner Deutung der Bindesubstanzschicht als Ganglienknoten dadurch verfürt worden zu sein, dass er durchaus die Hypothese verfechten wollte, welche in jedem Seestern eine Wurmkolonie sieht. — In seinen vorläufigen Mitteilungen hat Greeff[3]) eine Darstellung der Sehflecke gegeben. Nach diesem Autor besteht ein Sehfleck aus einem rot gefärbten Pigmentkegel, welcher mit Krystallkegeln angefüllt ist. Der Innenraum des Auges ist eine wimpernde Höle, in welcher eine helle Flüssigkeit zirkulirt. Dieser Holraum soll sich in den Füler fortsetzen und denselben bis zur Spitze durchsetzen. Wie Greeff zu dieser Darstellung gekommen ist, ist mir nicht recht begreiflich. An Schnittserien ist nirgends eine Communikation des Sehfleckholraumes mit dem Wassergefäss

---

[1]) E. Haeckel, Ueber die Augen und Nerven der Seesterne, in: Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Band 10. 1860.

[2]) Lange, Beitrag zur Anatomie und Histologie der Asteriden und Ophiuren, in: Morphol. Jarb. II. Bd. 1876.

[3]) Greeff, a. o. O. pag. 3.

zu finden, und ebensowenig habe ich in demselben jemals eine Wimperung warnehmen können.

Der Füler selbst ist zuerst von Wilson[1]) entdeckt und von Greeff als ein neues Sinnesorgan 1871 beschrieben worden.

Die äusseren Anhänge der Körperwand.

1. Die Kiemenbläschen.

Von den äusseren Anhängen der Körperwand will ich zunächst mit den komplicierteren Organen, den Ambulacralkiemen, beginnen, um dann die Pedicellarien und Stacheln folgen zu lassen.

Am lebenden, erwachsenen Asterias rubens sieht man die Ambulacralkiemen als kleine Bläschen über die Rückenwand emporragen. Im ausgestreckten Zustand messen sie mehrere Millimeter. Will man einen Seestern mit diesen ausgestreckten Organen konserviren, so muss man ihn mit siedender concentr. Sublimatlösung übergiessen, dann bleiben sämmtliche Organe in der Stellung fixirt, in welcher sie gerade beim Uebergiessen sich befanden.

Die Anzal der Kiemenbläschen ist bei den verschiedenen Altersstufen sehr verschieden. Die kleinsten Formen besitzen überhaupt noch keine Kiemenbläschen. So habe ich an jungen Asterias rub. von 1,44 mm. Durchmesser diese Organe in der Entstehung beobachten können. An jüngeren Tieren waren sie überhaupt noch nicht vorhanden. Ein solches junges Tier ist in Fig. 2 abgebildet. Es zeigt dasselbe (von der Bauchfläche gesehen) die in 2 Reihen stehenden Füsschen, wärend wir beim erwachsenen Tier bekanntlich 4 Reihen vorfinden.

Ontogenie der Kiemenbläschen.

Wenn man junge Seesterne von 1,4—1,8 mm. in Längsschnittserien zerlegt und nun die auf dem Längsschnitt getroffene Rückenwand untersucht, so ergiebt sich ein Bild, wie es Fig. 31 Tafel IV dargestellt ist. Mit *ep* ist das Körperepithel bezeichnet. In der Cutis treffen wir Zellen von verschiedener Gestalt und Fibrillen an. Mit c^2 ist das Epithel der Leibeshöhle gekennzeichnet. Eine vom Coelomepithel nach Aussen liegende Muskel-

---

[1]) Wilson, in: Transactions of the Linnean society 23. Band pag. 107. 1860.

schicht ist noch nicht ausgebildet. Nur an wenigen Stellen treffen wir die beiden Muskelschichten bereits im Entstehen begriffen.

An einzelnen Stellen des Innenepithels der Rückenwand bemerkt man Verdickungen desselben. Oberhalb derselben in der Cutis (Bindesubstanzschicht) treten Holräume auf, welche von Zellen der Bindesubstanz ausgekleidet werden. Besser als in Fig. 30 ist dieser Holraum in Fig. 31 zu erkennen (*Sch*). Diese auf der ganzen Ausdehnung der Rückenfläche sich bildenden Holräume verschmelzen untereinander, wenigstens zum grössten Teile, und es ist so zur Bildung eines Schizocoels gekommen. Zugleich aber stülpt sich das Innenepithel in die Cutis hinein und es nehmen hieran teil ausser dem Epithel auch die Muskulatur, soweit sie breits entstanden war. Diese Einstülpung wird grösser und grösser (Fig. 32), und indem der Holraum in der Bindesubstanzschicht durchbrochen wird, verschmilzt die entsprechende Bindesubstanzschicht der knospenförmigen Einstülpung mit der peripher vom Holraum gelegenen, und es beteiligt sich jetzt das äussere Körperepithel an der Ausstülpung. Mit anderen Worten ausgedrückt, die Kiemenbläschen entstehen als Ausstülpungen der Rückenwandung und bestehen demnach auch aus denselben Schichten wie diese.

Was nun die Entstehung der Kiemenbläschen weiter anlangt, so bilden sich dieselben regellos auf der dorsalen Scheibe. Immerhin sind sie jedoch in den meisten Fällen in concentrischen Reihen angeordnet. Auf der Rückenfläche der Arme kann man sie in Längsreihen stehend antreffen. Doch ist auch hier ihre Entwicklung nicht an bestimmte Gesetze gebunden. In so regelmässiger Weise, wie die Kiemenbläschen nach Agassiz[1]) bei Aster. pallidus entstehen — es ist dies die einzige mir in der Literatur bekannte Angabe über Kiemenbläschen bei jungen Tieren — ist ihre Anordnung bei unserer Form also nicht.

Der Bau des ausgebildeten Kiemenbläschens.

Nachdem ich die Entwicklung des Kiemenbläschens geschildert habe, wird sein Bau leicht verständlich erscheinen. Festzuhalten ist immer daran, dass diese Organe als Ausstülpungen der dorsalen Körperwand sich anlegen.

---

[1]) Agassiz, Al. Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. 5. No. 1. North American Starfishes. 1877. Pl. 8. Fig. 1.

Unter Zuhilfenahme eines Längsschnittbildes durch ein Kiemenbläschen und die umliegende Rückenwandung, wie es Figur 40 auf Tafel 5 wiedergiebt, will ich eine kurze Schilderung des Organs entwerfen. Ueberzogen wird das Kiemenbläschen von Rückenepithel, in welchem Nervenfibrillen verlaufen. Die die Cutis bildende Bindesubstanzschicht setzt sich in dasselbe fort. Der Holraum des Gebildes ist ein Teil des Enterocoels und wird ausgekleidet von denselben Zellen wie dieses. Unmittelbar auf dieses Innenepithel folgen concentrisch verlaufende Muskelfasern, die bisher übersehen worden sind. Sie stehen in Zusammenhang mit der Längsmuskelschicht der dorsalen Körperwand. Nach aussen von dieser Ringsmuskellage des Kiemenbläschens folgt die Längsmuskelschicht, welche, wie aus der Figur hervorgeht, mit der ringförmig verlaufenden Schicht der dorsalen Armwand zusammenhängt.

Durch die Entwicklungsgeschichte wird uns auch klar, wie es kommt, dass rings um das Kiemenbläschen die Schizoelbildungen mit emporsteigen. Auf unserer Figur sieht man rechts und links dieselben bis etwa zu einem Drittel der Höhe des Bläschens emporreichen.

Das Körperepithel, welches die Kiemenbläschen aussen überzieht, ist merkwürdigerweise arm an Nervenfibrillen. Letztere nehmen sogar nach dem Ende zu an Menge ab. Als Sinnesorgan, das heisst Tastorgan, können diese Gebilde also jedenfalls nur in sehr beschränktem Masse funktioniren. Das Epithel besteht zum grössten Teil aus gewöhnlichen Epithelzellen, und nur selten sind Sinneszellen in grösserer Menge nachzuweisen.

Die Muskulatur und zwar die Längsmuscularis besteht aus Fibrillen, welche parallel zu einander oft mehrere zusammenstehend verlaufen. Figur 41 zeigt uns solche epitheliale Muskelfasern mit Kern. Jeder Muskelfibrille liegt ein ovaler Kern seitlich an. Niemals konnte ich auch nur Spuren von Plasma nachweisen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Muskulatur mesenchymatösen Ursprungs ist. Darauf komme ich noch unten zu sprechen. (Vergl. Kapitel Muskulatur.)

Die Erektion des Kiemenbläschens wird hauptsächlich durch die Leibeshölenflüssigkeit bewirkt. Die Einziehung und plötzliche Contraktion ist ein Resultat des Zusammenwirkens der ringförmig verlaufenden sowie der Längsmuskelfasern.

Nach Hoffmann [1]) sollen nur letztere Muskelfibrillen vor-

[1]) a. o. O.

kommen. An Flächenschnitten kann man sich von der Ringmuskularis leicht überzeugen.

Mit Ludwigs[1]) Darstellung kann ich mich nicht einverstanden erklären, da er den Bau der Körperwand (äussere und innere Lamelle) sich bemüht auch hier wiederzufinden. Ueberdies bezieht sich seine Darstellung auf eine andere Gattung (Asterina pentagona).

Nach Teuscher[2]) sollen überhaupt keine Muskelfibrillen vorkommen. Das Material, welches er zu seinen Untersuchungen gebrauchte, muss in sehr schlechtem Zustande, offenbar gut macerirt gewesen sein, denn anders ist diese, wie manche andere seiner Angaben nicht wol erklärbar.

Greeff[3]) giebt in seinen vorläufigen Mitteilungen nichts, was über den Bau der Kiemenbläschen von Belang wäre.

2. Pedizellarien und Stacheln.

Die Pedizellarien der Asteriden[4]) sind sämmtlich zweiklappig. Sie werden vom allgemeinen Körperepithel überzogen, das sich oft besonders verdickt zeigt, indem eine stark entwickelte Nervenschicht in ihm verläuft. Das Epithel besitzt eine Dicke von 0,01630 mm, wovon beinahe die Hälfte auf die Nervenfaserschicht kommt. Das Epithel besteht ausser den Stützzellen aus Sinneszellen von der oben geschilderten Gestalt.

Die Pedizellarien sind bei Asterias über die ganze Körperoberfläche verbreitet, besonders auf der Ventralseite in der Nähe der Füsschen. Sie sind Erhebungen der Cutis. In jeder Greifzange sind Muskelfibrillen vorhanden, welche die Bewegung, das Auf- und Zuklappen, besorgen. Ueber ihren Bau werde ich unten das Nähere bringen.

Hoffmann[5]) hat eine Abbildung einer Pedizellarie von Asterias rubens gegeben. Darnach wäre die innere Fläche jeder Greifzange nicht vom Epithel überzogen. Dies ist jedoch nicht den Tatsachen entsprechend. Das Kalkstück wird centralwärts gleichfalls vom Epithel überzogen, welches aber an Dicke bedeutend abgenommen hat. Die Kalkstücke liegen in der Cutis. Deren Elemente will

---

[1]) a. o. O. pag. 201.
[2]) a. o. O. pag. 512.
[3]) a. o. O. pag. 7.
[4]) vergl. Perrier. Recherch. sur les Pédicell. des Astéries etc.
[5]) a. o. O. Tafel 1. Fig. 6. pag. 3.

ich auch, um Wiederholungen zu vermeiden, erst weiter unten besprechen.

An den Stacheln, mögen sie nun in welcher Form es auch sei, auftreten, haben wir immer denselben einfachen Bau zu beobachten.

Stets sind die Stacheln Fortsätze der Cutis und der Körperepithelschicht, die sie überzieht. In der Cutis liegen die Kalkstücke. Das Epithel ist von derselben Form, wie die übrigen Stellen der Dorsalfläche. Reichlich viele Nervenfibrillen verlaufen zwischen den Stützfasern der Epithelzellen. Epithelsinneszellen können hier und da nachgewiesen werden. Zwischen den Basen der Stacheln wie auch der Pedicellarien kann man die Nervenfibrillen bündelweise verlaufend antreffen. Auf dem Querschnitt getroffen, erhält man dann kreisrunde Bilder einer feingekörnten Substanz.

Die Stacheln bilden sich zur selben Zeit wie die Kiemenbläschen. Auf der Ventralfläche treten sie in regelmässiger Weise auf. Interradial sind je ein paar Stacheln an dem 0,5 mm. Durchmesser besitzenden Asterias nachweisbar. (Vergl. Fig. 2 auf Taf. 1.)

Die Schizocoelbildungen in der Rückenwandung der Seesterne.

Im Jare 1872 hat Greeff[1]) zum ersten Male ein Kanalsystem in der Körperwand mit folgenden Worten beschrieben: „Die ganze Haut ist mit einem dichten, bald lakunenartig, bald in einzelnen Canälen und Netzen verlaufenden Gefäſssystem durchzogen, das, zunächst unter der weichen Hautschicht der Unterfläche (der Körperwand) sich ausbreitend, von hier aus alle Teile der Haut durchdringt.“ Durch Injektionen glaubte sich Greeff berechtigt zu dem Schlusse, dass dieses Kanalsystem einen Teil des Blutgefäſssystems darstelle. In wie weit dies richtig ist, wird aus dem weiter unten Gesagten hervorgehen.

Ueber die Entstehung des „Kanalsystems“ sowie in Folge dessen über seine eigentliche Bedeutung sind bisher keine Angaben gemacht worden. Wenn Ludwig[2]) dasselbe als Abschnitt der Leibeshöle (des echten Enterocoels) ansieht und glaubte, dasselbe Epithel, welches die Leibeshöle (Enterocoel) auskleidet, solle

---

[1]) Greeff, a. o. O. No. 11, Dritte Mitteilung, 1872.

[2]) Ludwig, a. o. O. 5. Abhandlung pag. 202 u. f.

auch in den Holräumen des Kanalsystems sich finden, so irrte er hierin. So lange die Genese des Kanalsystems nicht bekannt war, hatte freilich eine solche Annahme viel wahrscheinliches für sich.

Ontogenie der Schizocoelbildungen.

(= Kanalsystem der Rückenwand von Greeff.)

Meine Untersuchungen wurden an jungen Tieren von Asterias rubens gemacht, welche ich entweder in 1 % Chromsäure tötete und entkalkte, oder aber mit Zuhilfenahme von einem Gemisch von Chromosmiumessigsäure und nachherigem stundenlangen Auswaschen in destillirtem Wasser conservirt. Nach Färbung mit neutralem Karmin oder Ranviers Pikrokarmin werden die in Paraffin eingebetteten Tiere entweder auf Schnitten, die horizontal zur Rücken- oder Bauchfläche gefürt waren, oder auf Verticalschnitten untersucht.

Ein junger Asterias vom Längsdurchmesser von etwa 0,5 mm zeigt uns dann folgendes. Die auf dem Verticalschnitt getroffene Rückenhaut mit ihrer äufseren Epithelschicht, der Cutis (*bg*) und der inneren Epithelschicht, welche das Lumen des Enterocoels auskleidet, ist in Figur 30 zu erkennen. In der tieferen Lage der Cutis, also der Bindesubstanzschicht, treffen wir auf kleine Holräume, die sich wie Risse ausnehmen. Hier und da sieht man Zellen der Bindesubstanzschicht, die den Holräumen oder Lacunen anliegen und eine Begrenzung derselben, ein Endothel zu bilden scheinen. Untersucht man nun successive die Längsschnittserien durch ältere Seesterne (vom Durchmesser 1—5 mm), so sieht man, wie die anfangs kleinen Lacunen an Gröfse zugenommen haben, offenbar durch Verschmelzung mehrerer zu einem Holraum. Die Höhe dieser Lacunen, welche sich horizontal ausbreiten in der Rückenhaut der Scheibe wie der Arme, beträgt etwa 0,0163 mm; der Durchmesser der Rückenwandung überhaupt 0,0815 mm.

Zur Orientierung dieser Schizocoelbildungen diene der etwas schematisch gehaltene Verticalschnitt durch einen Seesternarm in Figur 1 auf Tafel I. Die einzelnen kleinen oder gröfseren Spalten und Lücken im Mesenchym, deren Auftreten man an jungen Tieren verfolgen kann, sind beim erwachsenen Tier zum gröfsten Teile verschmolzen und so sind durch Confluenz derselben ein oder mehrere gröfsere Holräume entstanden, die bis zur Ventralfläche verfolgt werden können. Figur 33 Tafel IV zeigt stärker vergröfsert einen Teil dieser schizocoelen Bildungen (*Sch*).

Innerhalb derselben kommt es zur Sonderung von blutfürenden Kanälen, wie ich unten schildern werde. In eigentümlichen Verhältniss zu ihnen stehen die Generationsorgane und wird deren Bau erst durch ihre Genese erklärbar (vergl. das Kapitel über dieselben).

In Figur 1 sieht man Stränge das Schizocoel durchsetzen und an Kalkstücke der Bindesubstanz heranziehen. Ueber ihre Bedeutung spreche ich mich gleichfalls unten aus.

Ich kehre jetzt zurück zu den Schizocoelbildungen und schildere die

Schizocoelbildungen der ventralen Körperwand.

Ein Blick auf ein Querschnittsbild durch die ventrale Körperwand diene zur Orientierung (vergl. Figur 1 Tafel I).

Die mächtige Verdickung der ventralen Körperwand beruht auf der starken Ausbildung der Bindesubstanz, welche die kalkigen Wirbel einschliefst (in der Figur weifs gehalten). Unterhalb derselben verläuft das auf dem Querschnitt kreisförmig erscheinende Radialwassergefäfs, von dem aus links ein Ast zu den Füfschen sich abzweigt. Weiterhin trifft man auf einen Holraum, der durch einen Strang in zwei geteilt wird. Dies ist Ludwigs sogenannter radialer Perihämalraum, wärend in dem Strang oder bandartigen Gebilde die Blutflüssigkeit in Holräumen cirkulirt, wie Teuscher[1]) und Lange[2]) zuerst gefunden haben. Ventralwärts treffen wir endlich auf das V förmig in die Ambulacralfurche, wie dieser Teil der Ventralfläche genannt wird, hervorspringende Körperepithel, das stark verdickt erscheint und in seinem tieferen Teile (in der Figur dunkler gehalten) den Ambulacralnervenstamm birgt. Letzterer besteht, um dies hier zu widerholen, aus feinsten längsverlaufenden (zur Armaxe) Nervenfibrillen mit eingestreuten Ganglienzellen.

Dass nun die Bildung der Perihämalräume in Zusammenhang steht mit der Entstehung des Nervensystems und der Verdickung und Ausbuchtung des Epithels, leuchtet wol von vornherein ein.

Es entsteht nun einmal die Frage: Wie ist dieser Holraum entstanden? Ist er nichts anderes als eine Spaltbildung in der Bindesubstanz? Entsteht aber die Verdickung in der Ambulacral-

[1]) a. o. O. pag. 499.
[2]) a. o. O. pag. 247.

furche zu einer bestimmten Zeit, und ist sie mit der Bildung des Nervensystems in Zusammenhang zu bringen? Auf die zweite Frage, ob der Perihämalkanal auf eine Spaltbildung zurückzufüren ist, kann die Anatomie und Histologie Auskunft geben, wenn sie nachweist, dass kein echtes Epithel diesen sog. Kanal auskleidet, sondern dass nur Bindesubstanzzellen endothelartig eine Auskleidung besorgen. Diesen letzteren Beweis werde ich antreten, da die Entstehung selbst aus Mangel an hinreichendem Material nicht beobachtet werden konnte, und bisher überhaupt noch Niemand eine Beobachtung hierüber veröffentlicht hat. Ludwig[1]) in seiner Entwicklungsgeschichte der Asterina gibbosa schweigt vollkommen über die Entstehung der Perihämalkanäle. Da aber in ihnen das Blutgefäfs verläuft, so muss doch ihre Bildung mit der des Gefässes Hand in Hand, wenn nicht vorausgehen. Dass letzteres der Fall ist, kann ich weiter unten für die fünf Ambulacralgefäfse von Asterina rubens nachweisen (vergl. Kapitel Blutgefäfse).

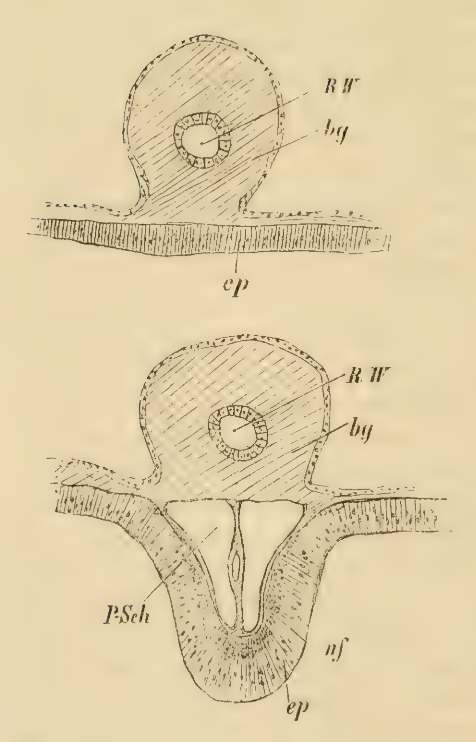
In seiner Entwicklungsgeschichte der Asterina bespricht Ludwig[2]) die Bildung des Ambulacralnervenstammes, indem er angiebt, dass sich das Epithel der Ambulacralrinne verdicke und in seiner tieferen Schicht die Nervenfibrillen sich bilden. Auf Quer- oder Längsschnitten hat Ludwig diese Bildung offenbar nicht untersucht, wie aus der Schilderung hervorgeht und bezieht sich der Ausdruck, dass sich das Epithel verdicke natürlich auf die Flächenansicht. Erst auf Schnitten erkennt man, dass diese Verdickung, wie sie uns, wenn auch natürlich in gröfserem Mafse, der erwachsene Seestern zeigt, auf eine Ausbuchtung des Epithels zurückzufüren ist, welche auf dem Querschnitt als V erscheint. Ist nun das Epithel noch nicht hervorgewölbt, noch nicht verdickt, so wird auch das Vorhandensein eines Perihämalkanals unmöglich sein, wie beifolgender Holzschnitt erläutern soll. Figur 1 zeigt schematisch das Epithel der Ambulacralrinne, one dass Nervenfibrillen zur Bildung des Radialnervenstammes zusammengetreten waren. (Siehe Figur 1 u. 2 auf Seite 40.)

Figur 2 giebt einen Verticalschnitt durch die Ambulacralrinne von Aster. rub. Das Epithel derselben ist nach unten V förmig hervorgewölbt. In seiner tieferen Lage sind die Nervenfibrillen, welche den Ambulacralnervenstamm bilden, entstanden. Durch

---

[1]) Ludwig, Entwicklungsgeschichte der Asterina gibbosa Forbes. Morpholog. Studien 2. Band, 2. Heft, 1882.

[2]) a. o. O. pag. 185.



Figur 1. Schematischer Verticalschnitt durch die Ambulacralrinne eines ganz jungen Seesterns. Die Verdickung des Epithels und der Ambulacralnervenstamm noch nicht gebildet.

Figur 2. Verticalschnitt durch einen Aster. rub. (Durchm. 1,5 mm). Im Verein mit der Verdickung des Ambulacralrinnen-Epithels ist ein Spaltraum (Perihämalkanal) entstanden *(Sch)*. *ep* Epithel der Ambulacralrinne. *bg* Bindesubstanz (Wirbel). *RW* Querschnitt des Radialwassergefäfses. *nf* Nervenfaserschicht auf den Querschnitt getroffen.

den Spaltraum, Ludwigs Perihämalkanal, zieht sich ein Band, in welchem am erwachsenen Tier in Holräumen und Lakunen die Blutflüssigkeit verläuft.

Nachdem ich so die Entstehung des Perihämalkanales versucht habe zu reconstruiren, liegt es mir ob zu beweisen, dass der Perihämalkanal wirklich ein Spaltraum in der Bindesubstanz sei.

Wie zuerst Lange[1]) beschrieben hat, findet sich im radiären Perihämalkanal eine Verdickung des Epithels, und zwar an der ventralen Wand rechts und links vom verticalen Längsseptum. Zum Vergleich verweise ich auf die Figuren 51 und 52 auf Tafel VI (*zw* = Zellplatten).

Lange glaubte in diesen „Zellplatten", wie er diese Verdickungen nannte, die Nerven gefunden zu haben! Untersucht man aber ganz junge Asteriden, so erkennt man, dass diese Zellplatten entweder gar nicht, oder doch nur in höchst unregelmäfsiger Weise vorhanden sind, dass es überhaupt um Nerven sich nicht handeln kann.

Wie ist aber Lange zu einer solchen Auffassung dieser Zellplatten gekommen? Auf Zerzupfungspräparaten fand er, dass diese

---

[1]) Lange, a. o. O.

Zellen mit Fortsätzen versehen seien. In Folge dessen wurden sie als Ganglienzellen gedeutet! Diese Angabe, dass die Zellen der Zellplatten mit faserigen Fortsätzen versehen seien, begegnete vielfachem Misstrauen. Ludwig[1]) glaubte, dass Lange Zellen der unter der Zellplatte liegenden Bindesubstanzlage verwechselt haben möge mit denen der Zellplatten und konnte Fortsätze an den Zellen der letzteren nicht entdecken.

Wenn Ludwig weiter hervorhebt, dass der Zellenwulst (Zellplatte) continuirlich übergehe in das Epithel, welches den ganzen Perihämalkanal auskleidet und dass unter diesem sich noch eine Schicht Bindesubstanz befinde, so muss ich das bestreiten auf Grund einer grofsen Anzal von Quer- und Längsschnittreihen durch Asterien in den verschiedensten Entwicklungsstadien.

Die Angabe Langes, dass die Zellen des Zellwulstes Fortsätze besitzen, ist als den Tatsachen entsprechend zu bezeichnen. An Macerationspräparaten kann man sich hiervon leicht überzeugen. Es sind diese Zellen, wie überhaupt sämmtliche die radiären Perihämalkanäle auskleidenden Zellen Bindesubstanzzellen. Und das muss so sein, sobald der Perihämalkanal einen Spaltraum in der Bindesubstanz vorstellt.

Unterhalb der Zellwülste findet sich nicht eine Bindesubstanzschicht, wie Ludwig (und auch Lange) glaubten, sondern nur eine hyaline zur Bindesubstanzschicht, welche endothelartig den Perihämalkanal auskleidet, gehörige Membran, welche so das Körperepithel mit dem Radialnervenstamm begrenzt. Figur 52 auf Tafel VI zeigt ein Stück eines Verticalschnittes durch den Gehirnring (*quGR*), von welchem nach innen die oralen Perihämalräume gelagert sind. Der Schnitt rürt von einem jungen (2 mm Durchmesser) Tiere her. Deutlich ist hier zu erkennen, wie die Zellen, welche die Perihämalräume auskleiden, bindegewebiger Natur sind.

Das Verticalseptum ist nichts als ein bindegewebiges Band, das sich durch den Raum erstreckt und in den Lacunen aufgetreten sind. Doch davon später! Sammeln sich nun Bindesubstanzzellen an bestimmten Stellen an, so haben wir Bildungen, wie die Zellplatten oder Zellwülste es sind, vor uns. Welchem Zweck diese Ansammlungen dienen, ob sich nicht an diesen Stellen Zellen loslösen können und dann als Wanderzellen in der Flüssigkeit der Perihämalkanäle flottiren, das ist schwierig zu entscheiden.

An dieser Stelle will ich noch folgendes einschalten. Die

---

[1]) Ludwig, Anat. d. Asteriden, Morph. Studien, Bd. I, pag. 190.

radiären Perihämalkanäle verlaufen nämlich keineswegs in der ganzen Ausdehnung eines Armes. Sie nehmen eine geraume Strecke vor dem Füler und dem Augenwulst an Breite ab, um dann zu verschwinden. Am besten kann man sich von dieser Tatsache an Querschnittserien durch einen Seesternarm versichern. Auch auf Längsschnitten (vergl. Figur 3 Tafel 1) durch das Ende des Seesternarmes überzeugt man sich, wie in der ventralen Körperwand nur das radiäre Wassergefäfs verläuft, von einem Perihämalkanal und dem Aufhängeband nichts zu sehen ist. Dass nun in der Tat der Kanal nichts anderes ist als ein Spaltraum in der Bindesubstanz im Mesenchym, zeigen uns die Bilder, auf welchen man allmälig denselben sich verjüngend und endlich sich schliefsend findet.

Wie wir schon wissen, münden die radiären Perihämalkanäle in den oralen Ringperihämalraum, welcher centralwärts vom Gehirnring verläuft.

Es entsteht nun die Frage: Besteht ein Zusammenhang zwischen den Schizocoelbildungen der Rückenwand (Kanalsystem Greefs) und der Ventralwand (Perihämalkanäle)? Und wenn dies der Fall sein sollte, in welcher Weise hängen diese Bildungen untereinander zusammen?

Wie schon bekannt ist, liegen der Steinkanal und ein weiteres Organ, das als Herz von Ludwig angesprochen wurde, in dem „schlauchförmigen Kanal", welcher einen Teil des Enterocoels abgrenzt. Da nun, wo von dem „Herzen" sich ein Gefäfs ablöst und in die oralen Ringlakunen mündet, besteht eine Communication zwischen dem Holraum des schlauchförmigen Kanales und dem oralen Perihämalkanal. Andrerseits zweigen sich auf der Rückenfläche des Seesternes vom „Herzen" die zu den Geschlechtsorganen fürenden Gefäfse ab. Da nun diese in den Schizocoelbildungen der Rückenwand verlaufen, so besteht da, wo sie sich abzweigen vom „Herzen" und in letztere hineintreten, eine offene Communication.

Somit haben wir einmal einen Teil des Enterocoels, der getrennt ist vom übrigen Entrocoel, vor uns, in welchen sich dorsale wie ventrale Schizocoelbildungen öffnen.

In wiefern diese Verhältnisse bei anderen Tiergruppen sich wiederfinden, darauf ist im allgemeinen Teile einzugehen.

Ueber die Details der Abzweigungen der Blutlakunen wird

im Kapitel, welches über dieselben handelt, das Nähere mitgeteilt werden.

Greef hat bereits einen Zusammenhang der radiären Perihämalräume der ventralen Körperwand mit dem Kanalsystem in der Rückenwandung konstatirt, und hierauf muss ich noch zu sprechen kommen. Er injicirte nämlich in einen radiären Perihämalraum eine Flüssigkeit und sah dann, wie dieselbe zwischen den einzelnen Kalkgliedern der Armwirbel hindurchtrat und in den Holräumen in der Rückenwandung der Arme sich ausgebreitet hatte. Er glaubte auf diese Weise einen Zusammenhang gefunden zu haben.

Stehen nun tatsächlich auf diese Weise die Schizocoelbildungen der Rückenwand in Communication mit denen der Ventralwand? Um diese Frage zu beantworten, ist vor allem vorauszuschicken, dass aufser den radiären Perihämalräumen oder Perihämalkanälen, die als mediane Holräume (Längskanäle) der Ventralwand von mir von jetzt an bezeichnet werden sollen, noch weitere Holraumbildungen in der Ventralwand vorkommen, zu denen ich mich jetzt wenden will.

Die lateralen Schizocoelräume.

Alle im Folgenden zu besprechenden Schizocoelbildungen sind am besten auf Querschnittserien durch die Arme zu constatiren. Je nachdem nun die Zal der Füfschenreihen wechselt, ist auch die Anzal der Schizocoelbildungen eine verschiedene. Meiner Beschreibung lege ich einen Asterias rubens mit zwei Reihen Füfschen, also ein junges Tier, zu Grunde.

Figur 1 auf Tafel I giebt einen mit der Camera gezeichneten Querschnitt durch einen Seesternarm wider. Mit P ist der Perihämalkanal bezeichnet. Lateralwärts rechts und links sind zwei Kanäle von ihm sich abzweigend mit L^1 und L^2 gekennzeichnet. Diese beiden Kanäle setzen sich um die Basis des Füfschens herum fort, sodass dieselbe in einen Schizocoelraum zu liegen kommt. Lateralwärts von jedem Füfschen sind diese letztgenannten Bildungen auf dem Querschnitt getroffen und mit L und L bezeichnet. Wärend nun immer nur zwischen den Wirbeln Kanäle vom Perihämalkanal abgehen und die Füfschen umgreifen, so bilden sie doch am inneren Rande wie auch am äufseren Rande jedes Füfschens einen Kanal, welcher parallel zum Perihämalraum in ganzer Länge den Arm durchziet. Somit hätten

wir zwei laterale Schizocoelräume zu unterscheiden von dem medianen als Perihämalraum bezeichneten. Dies gilt für die mit zwei Reihen von Füfschen versehenen Formen. Beim erwachsenen Tiere sind vier Reihen vorhanden und setzen sich dann die vom medianen Perihämalraum abgehenden Seitenäste um sämmtliche Basen der Füfschen fort und es kommt zur Bildung von sechs lateralen Schizocoelräumen. Jederseits der Medianlinie befinden sich dann drei.

Die äufsersten Lateralkanäle (in Figur 1 mit *L* bezeichnet) stehen nun in Verbindung mit den Schizocoelbildungen in der Rückenwand und zwar auf folgende Weise. Zwischen den Wirbelfortsätzen der Ventralwand gehen Kanäle ab, welche direkt kommuniciren mit dem erwänten Kanalsystem. In Fig. 1 ist dieser Kanal mit *VK* bezeichnet worden. Somit wird durch diese Verbindungskanäle ein Zusammenhang hergestellt zwischen den Lateralkanälen, dem Perihämalkanal, welche aufserhalb der Armwirbel verlaufen, und dem Schizocoelsystem, welches der Innenseite des Enterocoels zugekehrt ist.

Die Lateralkanäle, in unserem Falle beim Seestern mit ein par Füfschen in der Vierzal vorhanden, werden in der Scheibe verbunden durch kreisförmig verlaufende Kanäle, welche aufserhalb des medianen Perihämalkanales liegen.

Was nun die Histologie der genannten Bildungen anlangt, so sind sie sammt und sonders Lücken und Spalträume im Mesenchym, in der Bindesubstanz. Ein Endothel von abgeplatteten Zellen bestehend kleidet ihre Lumina aus. An jungen Seesternen lässt sich ihre Entstehung gleich der der Schizocoelbildungen der Rückenwand leicht nachweisen.

Bereits Hoffmann hat die lateralen Schizocoelräume gesehen, aber als Blutgefäfse gedeutet. Ludwig[1]) hat dann die Hoffmannschen Angaben angenommen. Wenn er jedoch das Kanalsystem der Rückenwand und die Perihämalräume mit den lateralen Kanälen als mit der Leibeshöle (Enterocoel) für morphologisch zusammengehörig ansieht, so ist dem nicht beizustimmen. Das Epithel, welches sich in den genannten Bildungen, im Enterocoel wie Schizocoel findet, ist nicht dasselbe, wie Ludwig meint. Die Entwicklung sowie der feinere Bau aller Holräume in der Körperwand zeigt vielmehr unumstöfslich, dass diese Bildungen als Spalten und Lücken im Mesenchym entstehen, die untereinander

[1]) l. c. p. 204.

verschmelzen und in Verbindung treten, dass es sich somit um echte Schizocoelbildungen handelt.

Ueber die Mitteilung von Perrier und Poirier[1]), welche behaupten, dass die radiären Perihämalräume in offenem Zusammenhang mit dem Enterocoel ständen, ist wol kaum nötig ein Wort zu verlieren; um so mehr, da diese Autoren durch keinerlei Abbildungen ihre Ansichten klargelegt haben und ihre Angaben allzusehr den Charakter voreiliger Mitteilungen haben.

Das Gefäfssystem.

Wärend die älteren Autoren jene Holräume, die wir mit Ludwig als Perihämalräume bezeichnen, als die eigentlichen Blutgefäfse ansehen (Hoffmann, Greeff u. a.), so ist zuerst durch Lange und Teuscher für die Gefäfse der ventralen Wand nachgewiesen worden, dass die eigentlichen Gefäfse in den Perihämalräumen verlaufen. Ludwig wies dann nach, dass auch die zu den Geschlechtsorganen fürenden Gefäfse in solchen Perihämalräumen verlaufen.

Als das Centralorgan des Gefäfssystems wurde im Anschluss an Tiedemann das im schlauchförmigen Kanal liegende Organ von Ludwig in Anspruch genommen. Damit wurde den Asteriden ein Herz zuerkannt, welches den Holothurien beispielsweise fehlt. Dass ich mit der Deutung dieses Organes als eines Herzens nicht einverstanden sein kann, ist wol erklärlich, wenn man den feineren Bau in's Auge fasst, und dieser muss doch jedenfalls entscheidend sein bei der Deutung eines Organes.

Das Gefäfssystem eines Seesternes setzt sich zusammen aus den radiären Gefäfslakunen, welche in dem verticalen Septum des Perihämalkanales verlaufen, und welche durch Ringlakunen, welche in dem oralen Perihämalkanal verlaufen, verbunden werden. Von diesen Ringlakunen gehen zum sog. Herzen, dem Drüsenorgan, Lakunen ab.

In der dorsalen Körperwand sind folgende Lakunen bekannt. Tiedemann[2]) beschrieb einen dorsalen der Körperwand anliegenden Gefäfsring, von dem aus zehn Gefäfse zu den Geschlechtsorganen und zehn zu den radiären Blindsäcken des Darmes gehen sollten, zwei aber zum Magendarm füren sollten. Hoffmann

---

[1]) Comptes rendus, 1882, Nr. 94, pag. 658.

[2]) Tiedemann, loc. cit. pag. 49.

und auch Greeff konnten die Gefäfse, welche zu den radiären Darmblindsäcken füren sollten, nicht finden; im Uebrigen bestätigten sie jedoch die Angaben Tiedemanns.

Ludwig hat nun gezeigt, dass das, was die genannten Autoren von Tiedemann an, als Gefäfse beschrieben haben, nur Perihämalräume seien; dafs also dasselbe Verhalten für den dorsalen Gefäfsring, die Genitalgefäfse und die Darmgefäfse vorhanden sei, wie bei den radiären Gefäfsen es schon Teuscher und Lange gefunden hatten.

Ludwig[1]) weist dann weiterhin nach, dass der Perihämalkanal des dorsalen Blutgefäfsringes in den schlauchförmigen Kanal sich öffnet.

Mir liegt es nun ob, die Angaben Ludwigs nachzuprüfen und vor allem die Histologie der Gefäfse zu erläutern. Weiterhin ist das Verhalten der Gefäfse zu dem Drüsenorgan klar zu stellen, der Verlauf der Gefäfse in den Geschlechtsorganen und vor allem ihr Verlauf im Darmtractus zu untersuchen. Besonders über letztere Verhältnisse wissen wir bis jetzt nichts. Auch über das Verhältniss der Schizocoelräume, in welchen die Rückengefäfse verlaufen, zu den Schizocoelbildungen überhaupt hoffe ich Neues beizubringen.

Die Lakunen in der Ventralwand.

(= Radiärgefäfse.)

Bereits mehrfach habe ich von einem verticalen Septum gesprochen, welches auf dem Querschnitt durch einen Arm, uns im Schizocoel (radiärer Perihämalkanal) der ventralen Körperwand entgegentritt. Beginnen wir unsere Schilderung mit der Untersuchung von ganz jungen Tieren. Da zeigt sich folgendes. Der radiäre Perihämalkanal wird in ganzer Länge durch ein verticales Septum in zwei Hälften geteilt. Das ist nun nicht so aufzufassen, als wenn diese vollständig getrennt wären, denn das Septum ist an vielen Stellen durchbrochen. Allemal an die zwischen zwei Wirbeln sich findenden Stellen treten je ein Aufhängeband oder Septum rechts und links vom verticalen Septum, wie Ludwig und vor ihm Lange und Teuscher zuerst zeigten. Dies Verhalten ist an 1,5 mm grofsen (im Durchmesser) Asterien bereits zu erkennen.

---

[1]) Ludwig, Asteriden, pag. 179.

In der ungefären Mitte des Septums, das heifst der verticalen Membran, findet sich bei Tieren von genannter Gröfse selten ein Holraum von unregelmäfsiger Form vor. An den dem Mund näher gelegenen Teilen ist er wol zu erkennen, an entfernteren Stellen jedoch nicht. Dann ist das Septum eine dünne Membran one jede Lakunenbildung.

Der histologische Bau der Septen ist folgender. Wie ich in einem früheren Kapitel gezeigt habe, ist der Perihämalkanal der ventralen Körperwand als ein Schizocoel aufzufassen. Es wird derselbe von Bindesubstanzzellen ausgekleidet, die an bestimmten Zellen in gröfserer Anzal sich ansammeln konnten und dann als Zellplatten oder Zellwülste bezeichnet wurden. Das Septum nun ist eine Membran, die lediglich als eine Bildung der Bindesubstanz anzusehen ist. Sie ist, wie an älteren und jungen Tieren nachweisbar ist, eine direkte Fortsetzung der Bindesubstanzlage, welche den Perihämalkanal auskleidet. Fibrillen mit ihren Zellen sind in der hyalinen Grundsubstanz dieses anfänglich lediglich eine dünne Membran vorstellenden Septums eingelagert. Figur 52 auf Tafel VI zeigt, wie dieser Membran aufsen Zellen anliegen, die als Endothel aufzufassen sind. Je mehr der Seestern wächst, desto mehr verdickt sich die anfangs dünne Membran, und schliefslich sieht man, wie in dem Septum in der Bindesubstanz Lücken und Holräume auftreten, in denen die Blutflüssigkeit mit ihren zelligen Elementen cirkulirt. Von einem radiären Blutgefäfs zu sprechen, ist also den Tatsachen nicht entsprechend, da wir wandungslose Lakunen vor uns haben. Ich spreche deshalb auch lieber von den radiären Blutlakunen der ventralen Körperwand[1]).

Da nun das verticale Septum nicht bis zur Spitze des Armes verlaufen kann, weil der Perihämalkanal eine Strecke vor dem Füler aufhört, so können selbstverständlich die radiären Blutlakunen diesfalls nicht den Arm in ganzer Länge durchziehen.

Zwischen den Wirbeln treten, wie schon oben bemerkt wurde, quere Aufhängebänder ab, welche — an erwachsenen Tieren ist dies nur zu constatieren — gleichfalls Lakunen besitzen. Jedesmal zwischen zwei Wirbeln erstreckt sich dann auch nach rechts und links, das heifst nach beiden Seiten Aussackungen des Perihämal-

---

[1]) Wenn Ludwig sagt, „dass die Septen zur Befestigung des in ihnen gelegenen radiären Blutgefäfses dienen", so ist dies insofern nicht richtig, als die Septen die primären Bildungen sind, und erst später in ihnen Lücken, die Lakunen, auftreten.

kanals, in denen eben die beiden queren Aufhängebänder verlaufen. Auf diese Bildungen bin ich bereits oben (Seite 43) zu sprechen gekommen und verweise hier nur auf das dort Gesagte.

Zur Entwicklungsgeschichte des Blutlakunensystems.

Mit wenigen Worten will ich auf die Entwicklungsgeschichte des Blutlakunensystems eingehen.

Wie ich oben nachgewiesen habe, ist die Entstehung der radiären Blutlakunen eine späte und an das Vorhandensein der verticalen Septen der radiären Perihämalräume geknüpft. Wie steht es aber mit den übrigen Teilen des Blutlakunensystems?

Zu welcher Zeit und auf welche Weise sind dieselben gebildet worden und in welchem Verhältniss sind sie zu ihren Perihämalräumen, das heifst den Schizocoelbildungen der Körperwand entstanden?

In der Entwicklungsgeschichte der Asterina gibbosa [1]), die uns Ludwig in ausgezeichneter Weise beschrieben hat, wird der Bildung des Blutlakunensystems an zwei Stellen Erwänung getan. Am sechsten und siebenten Tage der Larvenentwicklung zeigen sich „die ersten Spuren des Blutgefäfssystemes“. Es tritt nämlich in der zwischen der Wand des Hydrocoels, der Wand des Enterocoels und der Wand des Darmes befindlichen Mesodermschicht eine Spalte auf. Dies ist die Entstehung des oralen Blutgefäfsringes. Somit würde dasselbe als eine Schizocoelbildung aufzufassen sein. An einer anderen Stelle seiner Arbeit [2]) wird dem noch hinzugefügt, dass der orale Blutgefäfsring sich gleichzeitig mit dem Schlusse des Wassergefäfsringes zu einem dem Munde umkreisenden Ringe schliefst. Die Anlage der analen Lakunen hat Ludwig nicht beobachten können und glaubt er, dass sich dieselben erst im späteren Alter anlegen.

Bei dieser Darstellung fällt nun vor allem auf, dass Ludwig mit keinem Wort auf die Perihämalräume eingegangen ist, in denen doch die Lakunen nach seinen früheren Darstellungen beim erwachsenen Tiere verlaufen sollen. Da ich nun diese letzteren Beobachtungen nur bestätigen kann, so ist es für mich unmöglich, in jener Spalte im Mesoderm (besser Mesenchym) die Anlage des oralen Ringlakunensystems zu erkennen. Ich glaube, dass auch

---

[1]) Ludwig, Asterina gibbosa, pag 150.

[2]) pag. 186 a. s. O.

Ludwig mir jetzt beipflichten wird, wenn ich jene Spalte nicht als Anlage des Lakunensystems, sondern vielmehr als die Anlage des circumoralen Perihämalraumes ansehe. Die Ausbildung des Lakunensystems kann — nach dem Verhalten am erwachsenen Tiere zu schliefsen — erst dann vor sich gehen, wenn die Schizocoelbildungen mit ihren Septen vorhanden sind. Somit würde die Entstehung des oralen wie des analen Lakunensystems mit den zu den Generationsorganen fürenden Lakunen erst in eine spätere Zeit fallen als den sechsten oder siebenten Tag der Larvenentwicklung.

Die Gefäfslakunen der Rückenwand.

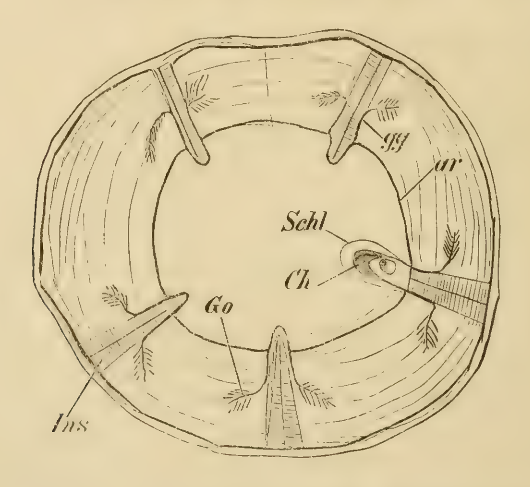
Die Gefäfslakunen der Rückenwand, das heifst der anale Blutlakunenring mit den zu den Geschlechtsorganen fürenden, und die zum Magendarm abgehenden Lakunen zweigen sich vom Chromatogen-Organ kurz vor dessen dorsalem Ende ab.

Die Gefäfslakunen, welche zum analen Gefäfsring ziehen, entspringen in folgender Weise aus dem genannten Organ. Vorherschicken will ich jedoch die Bemerkung, dass vorzüglich Verticalschnitte durch die Madreporenplatte geeignet sind, den Eintritt der Gefäfse zu constatiren. Figur 34 und 35 auf Tafel IV sind nach zwei senkrecht zur Madreporenplatte gefürten Schnitten gezeichnet. Der „schlauchförmige Kanal“ ist etwa der Quere nach getroffen. Das Chromatogenorgan *(N)* steht vermittels eines Septums in Verbindung mit der Wandung des „schlauchförmigen Kanales.“ Man kann nun auf den Schnittserien verfolgen, wie sich vom Chromatogenorgan aus Lakunen in die Schizocoelbildungen der Rückenwand erstrecken und sich in ihnen fortsetzen. Auf den folgenden Schnitten bekommt man dann das in Figur 36[a] abgebildete Verhalten. Wir sehen in zwei Holräumen die beiden Gefäfslakunen Bl^1 und Bl^2, welche zum analen Gefäfsring füren.

Welches ist nun der Bau dieser Lakunen, sowie der des analen Gefäfsringes? Wärend im Chromatogen-Organ ein Epithel die Holräume auskleidend angetroffen wird, setzt sich dasselbe nicht fort in die abgehenden Gefäfslakunen, sondern die Wandung derselben besteht lediglich aus Bindesubstanz. Wie wir die radiären Gefäfslakunen der Ventralwand als Lücken in den bindegewebigen Septen erkannt haben, so ist derselbe Bau hier wieder vorhanden. Der einzige Unterschied besteht nur darin, dass die Septen, in

denen die dorsalen Lakunen verlaufen, nicht durch den ganzen Raum des sie umgebenden Perihämalraumes (oder Shizocoelräume) hindurchziehen, sondern nur an der einen Wand die Anheftung bewirken (vergl. Figur 35 auf Tafel IV). Da nun besonders im analen Gefäfsring die Lakunen stark entwickelt sind, so ist die Wandung derselben oft äufserst dünn (Fig. 69 Tafel VII) und besitzt nach aufsen zu einen endothelartigen Ueberzug, wärend die inneren Holräume in den Lakunen ein eigentliches Endothel nicht besitzen. Immer liegen in den Lakunen die Lymph- oder Blutkörperchen in grofser Anzal zerstreut.

Was nun den Verlauf des analen Gefäfsringes anlangt, so ist zu bemerken, dass derselbe in einem Perihämalraum verläuft und



Innere Rückenfläche (schematisch), um den analen Gefäfsring mit den Geschlechtsorganlakunen und den zum Organ fürenden Lakunen zu zeigen. *ar*-Analgefäfsring. *gg*-Gefäfse der Geschlechtsorgane. *Ch*-Chromatogen-Organ. *Go*-Geschlechtsorgane. *Schl.*-„schlauchförm. Kanal.“

seine Gestalt nicht eine kreisrunde ist, sondern von der in beifolgendem Holzschnitt gezeichneten sein muss, da er um die Interradialsepta, das heifst die in den Interradien liegenden Verkalkungen der ventralen mit der dorsalen Körperwand, herumlaufen muss. An diesen Stellen zweigen sich die zu den Geschlechtsorganen laufenden Lakunen ab *(gg)*. Da das Verhalten derselben erst genau nach der Schilderung der Entwicklung der ersteren verstanden werden kann, so werde ich, um mich möglichst nicht wiederholen zu müssen, diese Blutlakunen in dem Kapitel über die Geschlechtsorgane besprechen. —

Dass der anale Lakunenring an demjenigen Septum, an welchem Steinkanal und Chromatogenorgan im schlauchförmigen Organ liegen, eine Unterbrechung erleiden muss, zeigt beifolgender Holzschnitt. In vier Lakunen löst sich hier der anale Lakunenring auf; von diesen gehen zwei zu den Geschlechtsorganen, zwei zum Chromatogenorgan.

II. Abschnitt.

Das Enterocoel.

Der Bau desselben.

Die Entwicklungsgeschichte lehrt uns, dass der Holraum, in welchem der Darmtractus, die Geschlechtsorgane und der Steinkanal zu liegen kommen, ein Enterocoel ist, das heifst ein Divertikel, welches sich vom Urdarm abgeschnürt hat, wie wir diesen Entstehungsmodus bei allen Echinodermengruppen gleichmäfsig widerfinden [1]).

Alle Organe, welche in dem Enterocoel liegen, werden von ein und demselben Epithel überzogen. Am erwachsenen Aster. rub. ist dasselbe aus Zellen von cubischer Gestalt gebildet. Der kugliche Zellkern liegt im Centrum der Zelle. Die Höhe des Epithels beträgt im Mittel etwa 0,0025 mm. Die ganze Fläche des Enterocoels wimpert. Jede Zelle scheint nur eine Wimper zu tragen.

An jungen Tieren findet man das Epithel noch nicht an allen Stellen des Enterocoels gleichmäfsig ausgebildet. Oft sind die Zellen mehr abgeplattet, und dann ist der Zellkern von spindlicher Gestalt. Von der Fläche betrachtet, bietet sich dann nicht jenes Bild sechseckiger Polyeder, wie es das Enterocoelepithel des erwachsenen Seesternes zeigt, sondern mehr unregelmäfsige Figuren (vergl. Fig. 31—33 Tafel IV). — Als ein besonderer Teil der Leibeshöle des Enterocoels ist der sogenannte schlauchförmige Kanal zu betrachten, in welchem der Steinkanal und das drüsige Organ zu liegen kommen. Die Entwicklungsgeschichte lehrt uns, dass derselben ein Enterocoelteil ist.

Wie ich nun bereits oben zeigte, stand dieser Holraum einmal in Verbindung mit den radiären Perihämalräumen der ven-

[1]) vergl. Ludwigs Asterina gibbosa. pag. 128 u. f., hier ist auch die Literatur zusammengestellt.

tralen Körperwand als auch mit denen der dorsalen, das heifst also mit Schizocoelbildungen. Ist nun aber der Zusammenhang mit dem Enterocoel erhalten geblieben? Da, wo vom Chromatogenorgan Teile aus dem schlauchförmigen Kanal heraustreten, von welchen die Gefäfse zum Mitteldarm abgehen, und diese Teile nicht von Fortsetzungen der Kanalwand umkleidet werden, sondern dieselbe einfach durchbrechen, so ist an diesen Stellen eine Communication zwischen „schlauchförmigem Kanal" und Enterocoel vorhanden, und es stehen somit die Holräume des Asteridenkörpers untereinander in Verbindung. Eine Ausnahme hiervon macht das Wassergefäfssystem, ein in sich abgeschlossener Teil des Urdarmes, also auch eine Enterocoelbildung, der nur nach aufsen durch die Madreporenplatte sich öffnet.

Das Organ des schlauchförmigen Kanales.

Mit dem Namen „Herz" wurde ein Organ der Asteriden belegt, welches mit dem Steinkanal zusammen von einer Hülle umgeben im Enterocoel gelegen ist[1]). Unterhalb der Madreporenplatte liegt einmal der Steinkanal, die Leibeshöle senkrecht durchsetzend und in den Wassergefäfsring der ventralen Körperwand mündend. Die Lage unseres Organes ist, wie Ludwig sagt, rechts vom Steinkanal, wenn man sich in der dorsoventralen Axe eines Seesterns, der mit der ventralen Fläche nach unten gekehrt ist, stehend denkt. Im Allgemeinen ist diese Lagerung die Regel. Wie ich noch bei Besprechung des Steinkanales hervorzuheben haben werde, sind beide Organe, Steinkanal wie „Herz", in ihrer ganzen Länge von einer Hülle umgeben und kommen somit in einen abgeschlossenen Teil der Leibeshöle zu liegen, der von Teuscher und Hoffmann als schlauchförmiger Kanal bezeichnet wird. Da, wo Teile des sogenannten Herzens aus diesem Kanal in die Leibeshöle zu liegen kommen, wird die Wandung des schlauchförmigen Kanals durchbrochen, sodass sein Lumen mit dem Enterocoel an dieser Stelle kommunicirt.

Das „Herz" wird befestigt an der Wandung des Kanals durch

---

[1]) Da bereits Ludwig auf die Angaben Greeffs über ein kiemenartiges Organ der Asteriden eingegangen ist und nachgewiesen hat, dass letzteres identisch ist mit dem Herzen Tiedemanns u. a., so verweise ich nur auf dessen Arbeit. (Asteriden, pag. 165 u. f.) Hier ist der historische Teil so übersichtlich geordnet und kritisch behandelt, dass ich mich selbst nur kurz zu fassen habe.

ein Mesenterium. Ventralwärts nimmt es an Entwicklung ab, wärend es dorsalwärts um den Steinkanal herumgreift, wie horizontale Schnitte lehren, und hier an beiden Seitenflächen Gefäfse eintreten. Es endet blind und zwar, wie schon Ludwig angiebt, in der Hölung, welche die kleine Ampulle der Madreporenplatte enthält. Hier wird es durch ein Mesenterium befestigt.

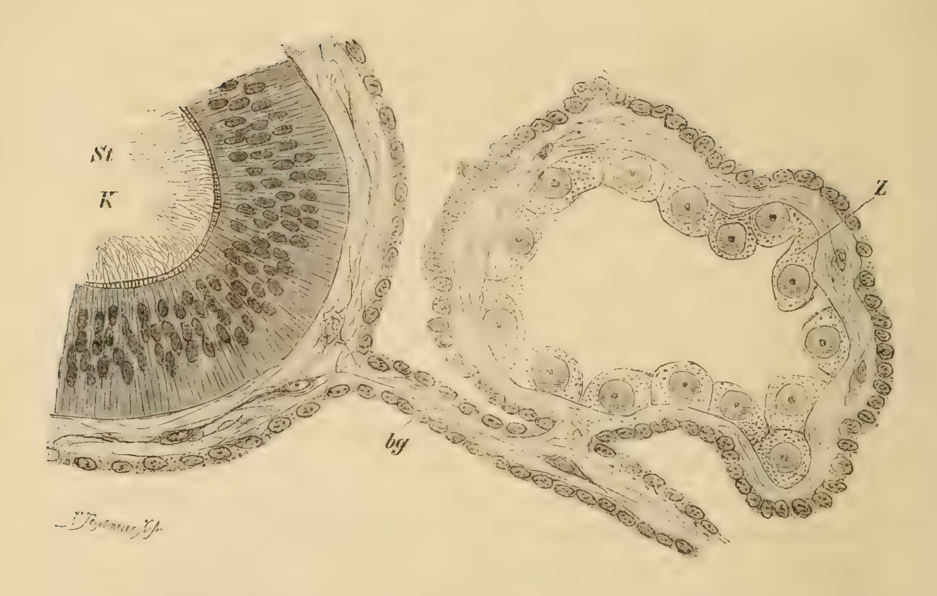
Bisher habe ich dieses Organ als Herz bezeichnet und bin somit der Deutung von Tiedemann, welcher sich Ludwig angeschlossen hat, gefolgt. Inwiefern eine solche Deutung nicht berechtigt ist, werde ich sogleich bei Betrachtung des feineren Baues darlegen.

Am lebenden Asterias rubens zeigt dieses Organ, aus dem schlauchförmigen Kanal herauspräparirt, eine violette Farbe. Bei den verschiedenen Gattungen und Arten ist dieselbe verschieden.

In Seewasser untersucht, erkennt man schon bei schwacher Vergröfserung, dass der Farbstoff in besonderen Zellen sitzt, welche im Inneren des Organes gelagert sind. Von der Fläche betrachtet, bietet die Wandung das Aussehen eines Netzes. Eine Menge von sich kreuzenden Fibrillenbündeln treten uns entgegen. Sie bilden ein Maschenwerk. Wie nun die Betrachtung des Organes auf Querschnitten lehrt, besteht dasselbe aus einer Menge anastomosirender, der Hauptsache nach längsverlaufender Kanäle. Die bei Flächenbetrachtung in die Augen gefallenen Fibrillenbündel bilden die Wandungen der Holräume. —

Den feineren Bau zu untersuchen, bedient man sich am besten junger Tiere. Asteriden von 1—3 mm zeigen das Organ noch nicht in solcher Entwicklung, als es an geschlechtsreifen Tieren der Fall ist. Dann hat man nur wenige Holräume oder Kanäle zu unterscheiden, nicht aber eine solche Unzal wie an erwachsenen Formen.

Die äufsere Fläche des Herzens wird von einem cubischen Epithel überkleidet, welches in ganzer Ausdehnung wimpert und in das Epithel des schlauchförmigen Kanales wie der Mesenterien übergeht. Das das dorsale Ende des Organes überziehende Epithel zeichnet sich durch seine hohen cylindrisch gestalteten Zellen mit langen Wimpern aus. — Betrachtet man einen Querschnitt durch das Organ eines (3 mm im Durchmesser) jungen Asterias, und zwar einen Schnitt, welcher nicht im dorsalen oder mittleren Teile durch das Organ gelegt ist, — denn hier würde man drei oder mehr Kanäle der Quere nach treffen — sondern durch den ventralen Endteil, so erhält man das Bild, wie es der Holzschnitt wiedergibt.



Erklärung. Querschnitt durch das Chromatogenorgan und den Steinkanal (von letzterem nur ein Stück abgebildet). *St.K.* Steinkanal; e^2 Aufsenepithel. *bg.* Bindesubstanz. *z.* Innenepithel (vom jungen Asterias rubens, Durchmesser 3 mm).

Unser Organ hat an dieser Stelle nur einen Holraum, der von Zellen ausgekleidet wird, welche einen Durchmesser von ungefär 0,00785—0,00856 mm. besitzen. In dem kuglichen Kern, der einen Gröfsendurchmesser von 0,00285—0,00357 mm hat, tritt constant ein Kernkörperchen hervor, das im Centrum desselben gelagert ist. Der Zellleib ist fein granulirt (nach Behandlung mit Chrom, oder Essigsäure) und ist mit Pigmentkörnern von verschiedener Gestalt angefüllt. Bald ist der Zellleib von nur wenigen, bald von einer gröfseren Menge von Pigmentkörnern angefüllt. Das Pigment der Zellen erteilt dem Organ seine Farbe, die, wie schon bemerkt wurde, bei den verschiedenen Gattungen variabel ist. —

Das Bild der ausgewachsenen Tiere zeigt auf dem Querschnitt eine Masse von Holräumen von gleicher Gröfse, wie Figur 58 auf Tafel VII wiedergibt. Wie ist es bei diesen mit dem Inhalt der Holräume bestellt? Zunächst ist zu betonen, dass ebenfalls ein Innenepithel vorhanden ist, bestehend aus den gleichen Zellen wie am jungen Tier. Von diesem Epithel können nun einmal sich einzelne Epithelzellen ablösen. Diese liegen dann im Holraum. In anderen Schläuchen trifft man eine geronnene Flüssigkeit an, welche sich mit

Essigkarmin behandelt rosa tingirt. Dass diese Flüssigkeit ein von den Epithelzellen abgeschiedenes Sekret vorstellt, geht aus der Lage desselben hervor. Zunächst trifft man das Sekret die Epithelzellen umgebend an, dann endlich füllt es den ganzen Schlauch aus. Die Zellen, die im Sekret vorkommen, treten als helle Räume, die ungefärbt erscheinen, auf. Im Centrum liegt der dunkel gefärbte Kern. Hier und da trifft man auf Vacuolen in den losgelösten Zellen. Der Durchmesser eines Schlauches variirt zwischen 0,0326 und 0,0489 mm. Ueber die Bindesubstanzschicht, welche die Wandung der Holräume unseres Organes bildet, ist nichts weiter zu sagen. Sie besteht aus Fibrillen, welche den gewönlichen Bau zeigen (vergl. das Kapitel über die Bindesubstanzschicht), und geht über in die gleiche Schicht des schlauchförmigen Kanales. Die Fibrillen verlaufen parallel zur Längsaxe des Organes. Am dorsalen Ende münden die in der Rückenwand des Seesterns verlaufenden Blutlakunen, also der dorsale Gefäfsring und die zehn zu den Geschlechtsorganen fürenden Lakunen; am ventralen Ende der im Perihämalkanal verlaufende Gefäfsring mit den radialen Gefäfsen, und endlich das Gefäfsgeflecht, welches vom Magendarm herkommt und in den aufserhalb des schlauchförmigen Kanales liegenden Teil unseres Organes mündet.

Die Wandung der Blutlakunen geht hierbei direkt über in die Wandung des Organes.

Für Tiedemann und dann für Ludwig war der Zusammenhang des Organes mit den Blutlakunen ein Grund, dasselbe für das Herz zu erklären.

Ludwig hat an unserem Organ Contractionserscheinungen beobachtet. Ich habe frisch ausgeschnittene Organe untersucht und rhytmische Contractionen an denselben wie auch an dem am lebenden Tier blosgelegten Organe nicht constatiren können. Die Zusammenziehungen sind lediglich auf Rechnung der Bindesubstanzfibrillen zu setzen. Von letzteren glaubt Ludwig[1]) in der Wandung zweierlei Formen unterscheiden zu können, einmal kräftigere, stärkere und feinere. Letztere ist er geneigt für muskulös zu halten. Ich kann dem nicht beistimmen und habe nur echte Bindesubstanzfibrillen in der Wandung finden können.

Was nun die Contractionserscheinungen anlangt, welche ältere Autoren constatiren zu können glaubten, so ist Tiedemanns[2])

---

[1]) Ludwig, Asteriden loc. cit. pag. 169.

[2]) Tiedemann, loc. cit. pag. 51.

Beobachtung mit den Tatsachen sehr gut vereinbar. Nach diesem Forscher contrahirt sich unser Organ nach Reizung mit einem scharfen Instrument oder wenn man es mit Weingeist befeuchtet, schwach und langsam. Das sind aber nicht normale Erscheinungen, sondern Reaktionen der Bindesubstanz auf die äufseren Eingriffe.

Die verschiedenen Angaben über den Bau unseres Organes sind von Ludwig zusammengestellt worden, und gehe ich somit unter Verweisung auf die Arbeit desselben nicht näher auf dieselben ein.

Ich komme nun zur Frage nach der eigentlichen Natur unseres Organes.

Mit der Constatirung eines Epithels in den Holräumen dieses Organes wird seine Deutung als ein Herz hinfällig. Hierzu kommt noch, dass eine Muskulatur nicht vorhanden und nur in der Wandung des schlauchförmigen Kanales anzutreffen ist, wie ich unten schildern werde.

Die Epithelzellen jedoch, welche die Holräume des Organes auskleiden, können sich loslösen und gelangen dann in die Holräume der Kanäle. Fig. 58 auf Tafel VII zeigt drei Kanäle eines Organes, vom erwachsenen Tiere auf dem Querschnitt getroffen. In dem einen ist es zur Abscheidung einer Flüssigkeit gekommen, die durch Reagentien gerinnt. Auf dem zweiten kleineren ist fast das ganze Lumen angefüllt von Zellen, die in starker Vermehrung begriffen erscheinen. In dem dritten Kanal sind einzelne Epithelzellen losgelöst und in das Lumen desselben gelangt.

Im Anschluss an dieses Organ beschreibe ich ein

Excretorisches Kanalsystem,

welches sich in der Dorsalscheibe des Seesternes befindet. Bisher ist es noch nicht beobachtet worden oder besser gesagt erkannt worden — obgleich es sofort in die Augen fällt. Betrachtet man die innere Fläche der Rückenwand, so bemerkt man den sogenannten Blutgefäfsring an seiner violetten Farbe, so sagte man bisher. Das, was aber hier durch seine Farbe hervortritt, ist ein Kanalsystem, welches selbst noch nicht beschrieben worden ist! Die eigentliche Blutlakune ist nicht, wie nach älteren Autoren es schien, der Schizocoelraum, sondern vielmehr der Holraum, welcher im Septum, das sich im Schizocoelraum aufgehangen fin-

det, verläuft. Von aufsen ist nun aber dieses Blutlakunensystem, da sein Inhalt vollkommen farblos erscheint, überhaupt nicht erkennbar. Das, was man erkannte und durch seine Farbe hervortrat, wurde (auch noch von Ludwig) als Blutgefäfsring und die zehn zu den Geschlechtsorganen fürenden Blutgefäfse betrachtet.

In Warheit aber handelt es sich um ein Kanalsystem, welches mit den Blutlakunen zusammen im gleichen Bindegewebsseptum verläuft, und nur centralwärts gelegen ist. Es besteht dieses Kanalsystem aus einem Ringgefäfs, zehn zu den Geschlechtsorganen fürenden Kanälen und zwei Kanälen, welche in das Chromatogenorgan einmünden.

Einen Querschnitt durch den analen Blutlakunenring giebt uns Figur 69 auf Tafel VII wieder. Der Kanal ist ebenfalls auf dem Querschnitt getroffen und mit *K* gekennzeichnet. Wie aus der Figur hervorgeht, liegt unser Kanalsystem centralwärts vom Blutlakunenring. Es zeichnet sich durch die grofsen Epithelzellen aus, welche in einer Schicht sein Lumen begrenzen. Diese Zellen gleichen in ihrer Gröfse wie ihrer Form genau den Zellen, die im Chromatogenorgan sich finden (vergl. Figur 58 auf Tafel VII). In ihnen sind dieselben Farbstoffpartikel eingelagert, wie in den Chromatogenzellen des genannten Organes. Die Gröfse des kugeligen Kernes mit dem central gelegenen, stark lichtbrechenden Nucleolus ist ebenfalls die gleiche. Verfolgt man nun unsere Kanäle bis zum Chromatogenorgan, so sieht man, wie die beiden Kanäle in Holräume des Organes übergehen, und wie die Zellen, die die Holräume auskleiden, dieselben sind.

Nicht immer ist der Holraum der Kanäle nur von einer Schicht von Zellen erfüllt; oft findet man solche frei im Lumen liegend, so dafs dieselben offenbar activ oder passiv bewegbar sein müssen.

Wie ist aber die Endigung unserer Kanäle in den Geschlechtsorganen? Es ist leicht, sie bis hierher zu verfolgen. Treten sie aber nun ein in die Wandung der Geschlechtsorgane oder aber stehen sie etwa in Zusammenhang mit den Ausfürgängen derselben? Hierbei volle Klarheit zu verschaffen, ist mir bei Asterias rubens, dessen ich mich allein zur Untersuchung dieser Verhältnisse bediente, nicht gelungen. Wenn ich behaupte, dass der Kanal übergeht in den Ausfürgang der Geschlechtsprodukte, so ist es lediglich eine Schnittserie, auf welche ich mich berufen kann. Ich erhielt hier Bilder, welche den Kanal in den Ausfürgang der Geschlechtsorgane an derjenigen Stelle, wo derselbe beginnt senkrecht aufzusteigen und die Rükenwand zu durchsetzen,

einmündend zeigten. Ich fand dieselben grofsen Zellen, die das Epithel des Kanales bilden, auch im Lumen eines Spermaduktes frei liegend [1]).

Ich habe dieses Kanalsystem in der Ueberschrift als excretorisches bezeichnet und damit auch das Chromatogenorgan als ein Excretionsorgan als Drüse gekennzeichnet. Lässt sich eine solche Deutung unseres Kanalsystemes rechtfertigen? Ich denke, dass die in den Zellen des Kanalsystemes auftretenden Farbstoffpartikel als Excretionsstoffe aufzufassen sind, wie ich aus ihren mikrochemischen Reaktionen schliefse, welche ich noch fortzusetzen gedenke, um später über dieselben genau zu berichten.

Deutet man das Chromatogenorgan als Drüse, so zwingt der Bau desselben hierzu. Solange als jedoch physiologische Untersuchungen noch ausstehen, halte ich es für besser, von weiteren Deutungen abzusehen.

Die Wandung des „schlauchförmigen Kanales“.

Der schlauchförmige Kanal kann seiner Gestalt nach als ein Cylinder aufgefasst werden, in welchem Steinkanal und Chromatogen-Organ liegen. Die Wandung des Cylinders ist einmal befestigt an der dorsalen Körperwand und auf der ventralen Innenwand, indem die einzelnen Schichten übergehen in die der Körperwand.

Der Bau der Wandung ist der gleiche, wie er an den Mesenterien des Darmtractus angetroffen wird. Nach aufsen findet sich ein Beleg von abgeplatteten bis cubischen wimpernden Zellen, welche den das Enterocoel auskleidenden Zellen gleichen. Nach innen zu, das heifst den Holraum des schlauchförmigen Kanales begrenzend, trifft man dasselbe Epithel an.

Von besonderem Interesse ist nun, dass die Zellen des Aufsenepithels basalwärts je eine Muskelfibrille ausgeschieden haben. Die einzelnen Fibrillen verlaufen parallel zu einander und zur Längsaxe des Kanales. Es sind somit diese Zellen Muskelzellen, die noch ihre epitheliale Lagerung beibehalten haben, also Epithelmuskelzellen (vergl. Fig. 70 auf Tafel VI). Die Bindesubstanz-

---

[1]) Unter einer grofsen Anzal von Asterias, die ich in meinem Praktikum öffnen liess behufs Untersuchung der reifenden Eier, fand ich nur einen Asterias, bei welchem sich Chromatogenzellen in grofser Menge im Ovarium und zwar meist an den Enden der einzelnen Schläuche vorfanden. Ich glaube dieses Vorkommen für pathologisch halten zu müssen.

schicht, welche nach beiden Seiten von den Epithelien bekleidet ist, zeigt uns nichts besonders erwänenswertes. Sie geht über in die gleiche Schicht der Körperwand. Diese Schilderung gilt von der Wandung des schlauchförmigen Kanales eines jungen 2 mm im Durchmesser grofsen Asterias. Untersucht man dieselbe an grofsen geschlechtsreifen Tieren, so treten folgende Unterschiede hervor. Zunächst trifft man keine Epithelmuskelzellen mehr an, sondern Muskelfibrillen, denen die ursprüngliche Bildungszelle aufsen aufliegt, von welcher nur der Kern erhalten ist. Diese Muskelfibrillen sind unterhalb der Epithelschicht in die Bindesubstanzschicht, die stark entwickelt ist, zu liegen gekommen. Sie verlaufen parallel zu einander und zur Axe des Kanales. Oft sind sie in Gruppen zusammenstehend angeordnet. —

Der Darmtractus.

Man unterscheidet am Seesterndarm gewönlich folgende Abschnitte: den Schlund, den Magendarm und von ihm ausgehend Blindsäcke, sowie einen Endabschnitt als Rectum, welcher noch kleinere Blindsäckchen trägt. — Vorausschicken will ich, dass sich die genannten Abschnitte histologisch streng abgrenzen lassen.

Die Blindsäcke des Magendarmes, welche sich in die Arme erstrecken, sind anfangs fünf Aussackungen, welche erst später zweilappig werden und durch Einfaltungen ihrer Wandungen die complicirte Gestalt annehmen, wie wir sie am erwachsenen Seestern kennen. Fig. 42 auf Tafel V zeigt ein mit der Camera entworfenes Längsschnittsbild durch einen jungen (1,4 mm im Durchmesser) Asterias. Die Mundöffnung *M* fürt in den kurzen Oesophagus, der ektodermalen Entstehung ist. Mit *MD* ist der Magendarm durch eigentümliche, von mir zum ersten Male zu beschreibende Drüsen gekennzeichnet. Der Magendarm ist vielfach — auch an jüngeren Tieren — mannigfach gelappt. Es ist derjenige Abschnitt des Darmes, welcher beim Fressen und Saugen handschuhfingerartig nach aufsen hervorgestreckt wird, wie ich das weiter unten zu schildern habe. Auf unserer Figur 42 sind zwei der Blindsäcke gezeichnet, welche sich in die Arme fortsetzen. Das Rectum ist jedoch auf dieser Figur nicht zu sehen. Um seine Lage zu erkennen, verweise ich auf Fig. 51 auf Tafel VI, *R*. Mit *A* ist die Afteröffnung bezeichnet.

Bevor ich nun zur Schilderung der einzelnen Darmabschnitte

mich wende, will ich den um die Mundöffnung gelegenen Teil der ventralen Fläche beschreiben. Als

Mundhaut

kann der kreisrunde, von jeglichen Kalkeinlagerungen freie Abschnitt der ventralen Körperwand bezeichnet werden. Im Centrum liegt die Mundöffnung. Begrenzt wird die Mundhaut durch den Gehirnring, der in dem verdickten Epithel verläuft (vergl. oben).

Die Mundhaut wird aufsen überzogen vom Körperepithel, welches nach der Mundöffnung zu an Höhe zunimmt. Unterhalb desselben liegt eine Bindesubstanzschicht, in welcher Lücken auftreten, in denen man auffallend viel Wanderzellen antrifft. Auf diese Schicht folgen Ringsmuskelfasern concentrisch zur Mundöffnung und eine zweite Schicht von Längsmuskelfasern, nach innen von letzterer gelegen. Die Ringsmuskelschicht bildet einen kräftigen Sphinkter, welcher die Mundöffnung schliefsen kann. Das Coelomepithel überkleidet die innere Fläche der Mundhaut. (*MH* in Figur 52 auf Taf. VI). Die einzelnen Schichten der Mundhaut setzen sich in die gleichen Schichten des Oesophagus fort, wie Figur 54 Taf. VI zeigt.

Wie ich schon kurz bemerkte, nehmen die Zellen des Epithels an Länge zu, um rings um die Mundöffnung einen Wulst zu bilden. Hier sind die Zellen von cylindrischer Gestalt. Zwischen den basalen Fortsätzen dieser Zellen verlaufen die Nervenfibrillen, zur Bildung eines Nervenringes zusammentretend. Die Hauptmasse der Fibrillen verläuft jedoch nicht concentrisch zur Mundöffnung, sondern parallel zur Darmaxe, so dass man auf einem Längsschnitt durch die Mundöffnung (vergl. Fig. 54 Taf. VI, nur die eine Hälfte der Wandung ist dargestellt) den gröfsten Teil der Fibrillen der Länge nach verlaufend antrifft und nur wenige concentrisch verlaufende auf dem Querschnitt getroffen sieht.

Der Schlund.

Wie uns Ludwig[1]) gezeigt hat, bildet sich der Munddarm durch eine Ausbuchtung an der linken Seite des Larvenmitteldarmes. Diese Ausbuchtung erreicht endlich die Körperwand und bricht nach aufsen durch. Es muss nun, vorausgesetzt, dass die Entwicklungsweise bei Asterina übereinstimme mit der von Aste-

---

[1]) Ludwig, Asterina gibbosa. Kapitel 4 und pag. 167.

rias, zugleich mit dem Durchbruch der Mundöffnung eine Einstülpung des Ektoderms stattgefunden haben, und ist dann also der Anfangsteil des Mundrores, der Schlund, ektodermalen Ursprungs. Dies lässt sich noch erkennen, indem sich das ventrale Epithel der Mundscheibe direkt in den Oesophagus, der von nur geringer Länge ist, fortsetzt (vergl. Fig. 54 Taf. VI).

Die Zellen, die sich im Schlund finden, gleichen denen, welche dem Ringwulst um die Mundöffnung bilden. Je gröfser der Seestern wird, desto mehr nehmen die Zellen an Länge zu. Sie sind feine Elemente mit einem ovalen Kern, der bald der Peripherie, bald der Basis näher liegt. Der basale Teil jeder Zelle reicht bis zur Bindesubstanzschicht. Zwischen den basalen, unterhalb des Kernes gelegenen Fortsätzen der Zellen verlaufen die Nervenfibrillen immer der Längsaxe des Darmes parallel. Die Nervenschicht ist ungemein ausgebildet und lässt sich im Magendarm, one zu verstreichen, weiter verfolgen. Jedenfalls ist sie hier entodermalen Ursprungs.

Im Schlund trifft man die eiförmigen Drüsenzellen, wie solche im Körperepithel vorkommen. Unterhalb des eiförmigen Teiles der Zelle findet sich der Kern, und verlängert sich jede Zelle in einen Fortsatz, welcher senkrecht durch die Nervenschicht hindurchgeht. An jungen Tieren von 2—4 mm habe ich niemals Drüsenzellen gefunden, wärend an geschlechtsreifen Formen dies leicht gelang. Die Länge des becherförmigen Teiles beträgt ungefär 0,01956 mm, die der Epithelzellen überhaupt 0,065—0,97 mm. Unterhalb des Epithels verläuft die Bindesubstanzschicht, von letzterem durch eine 0,00326 mm dicke hyaline Membran getrennt. Sie ist nur an erwachsenen Asterien deutlich zu erkennen, an jungen Tieren, jedoch im Verhältniss zum Epithel von geringer Entwicklung. Die Grundsubstanz herrscht vor, und nur wenig Zellen und Fasern trifft man an. Ihr liegen auf nach aufsen zu eine Schicht ringförmig verlaufender Muskelfibrillen und eine Lage von Längsmuskelfibrillen (vergl. Fig. 57[a] auf Tafel VI). Hierauf folgt das sämmtliche in der Leibeshöle gelegenen Organe überkleidende wimpernde Pflasterepithel. Sämmtliche Schichten des Oesophagus gehen direkt über in die der Mundhaut sowie andrerseits in die des Magendarmes. Die Muskelfibrillen verlaufen sämmtlich parallel zu einander und bilden an jungen Tieren eine Schicht. An erwachsenen Exemplaren haben beide Muskelschichten an Entwicklung zugenommen, besonders die Längsmuskelschicht.

Dann findet man, dass der Oesophagus wulstförmige Bildungen zeigt, eine nur an contrahirten Tieren hervortretende Erscheinung

Der Magendarm

ist der zweite Abschnitt des Darmtractus. Figur 42 auf Tafel V zeigt, wie derselbe in mehrfachen Windungen und Ausbuchtungen in dem in der Scheibe gelegenen Enterocoelteile sich ausgebreitet hat. Das ist seine Lage, wärend der Seestern nicht frisst. Ist dies der Fall, so wird der Magendarm hervorgestülpt und kommt auf die Weise nach aufsen zu liegen, wie es Fig. 51 auf Taf. VI zeigt. Doch das bespreche ich weiter unten.

Untersucht man den Mitteldarm auf Schnitten, so fallen zwischen den langen Epithelzellen helle Räume auf, welche sich fast gar nicht mit Farbstoffen tingiren. Nur hier und da ist in der Basis dieser hellen Räume ein grofses, kreisrundes, fein rosa tingirtes Gebilde zu erkennen. Vorzüglich an mit Essigkarmin oder Hämatoxylin (Böhmersches Essighämatoxylin) behandelten Tieren erkennt man, dass diese hellen Räume grofse Drüsenzellen sind und dass das kreisrunde Gebilde den grofsen kugeligen Kern vorstellt. Diese schlauchförmigen Drüsen sind es, welche ein Sekret, das bei dem Narungserwerb eine grofse Rolle spielt, absondern.

Die Epithelzellen des Magendarmes sind lange cylindrisch bis haarfeine Zellen, welche je eine Wimper tragen. Die ovalen Kerne liegen in verschiedenen Höhen der Zellen (Fig. 55). Zwischen diesen findet man die schlauchförmigen Drüsenzellen. Wie Figur 43 auf Tafel V zeigt, sind sie ziemlich regelmässig verteilt. Ihre Gestalt ist die eines Cylinders oder Schlauches. Hier und da ist die Basis der Zellen etwas angeschwollen; im Allgemeinen jedoch ist ihr Durchmesser derselbe. Der Inhalt erscheint fein granulirt. In der Basis der Zelle findet sich der ungemein grofse kugelige Kern, in welchem stets ein grofses Kernkörperchen deutlich hervortritt. Der Durchmesser dieser Drüsen beträgt 0,00571 mm, der des Kernes 0,00428 mm, des Kernkörperchens 0,00102 mm. Diese Mafse gelten für einen jungen Asterias rubens vom Durchmesser 1,75 mm. — Um den Kern ist der Zellinhalt etwas stärker gefärbt als im übrigen Teile.

Das Epithel mit seinen Kernen nimmt mit Karmin behandelt den Farbstoff ungemein stark auf. Der Magendarm hebt sich in Folge dessen sehr ab von den Blindsäcken, wärend der Schlund in gleicher Weise dunkel tingirt erscheint. In der Tiefe der Epithelschicht, zwischen den basalen Fortsätzen der Epithelzellen, ver-

laufen Nervenfibrillenzüge immer zur Längsaxe des Darmes parallel. Eine hyaline Membran folgt auf die Epithelschicht. Die Bindesubstanzschicht zeigt am jungen Tiere auffallend wenig Zellen und Fibrillen. Es scheinen in ihr Lücken und Holräume, die untereinander kommuniciren, vorhanden zu sein, doch lässt sich das an jungen Tieren schwierig nachweisen.

Die beiden Muskelschichten, nach innen die Rings-, nach aussen die Längsmuskelschicht, bieten nichts besonders. Das Aussenepithel (de^2) besteht aus abgeplatteten wimpernden Zellen und ist im ganzen Verlaufe des Darmes immer dasselbe.

Die Blinddärme.

Am geschlechtsreifen, ausgewachsenen Asterias sind fünf Pare von Blindsäcken zu unterscheiden. An jungen Tieren finden sich an ihrer Stelle fünf Aussackungen, welche sich in die Holräume der Arme, welche zum Enterocoel gehören, erstrecken. Dann teilt sich jede Aussackung in zwei, sie gabelt sich, und sind dann zehn vorhanden. In diesem Entwicklungsstadium ist die Wandung der Blinddärme noch vollkommen glatt. Erst in einem späteren Wachstumsstadium erleidet dieselbe Ausbuchtungen und wird so auf diese Weise zu einem complicirt gebaut erscheinenden Organe.

Schneidet man einen Blinddarm von einem jungen Asterias (etwa 2 ctm. gross) heraus und untersucht seine innere Oberfläche in frischem Zustande, so wird zunächst die heftige Wimperung derselben in die Augen fallen. Alle Wimpern sitzen mit einem Basalstück auf ihren Zellen auf, und ist ihre Anheftungsweise somit dieselbe, wie wir sie an den Kiemen der Muscheln durch Engelmann u. a. kennen gelernt haben. Uebrigens, das sei an dieser Stelle bemerkt, gilt das Gesagte auch für die übrigen Abschnitte des Darmtractus.

Ausser den Wimpern fallen kreisrunde blasenähnliche Bildungen auf, welche bald peripher, bald in tieferen Lagen zu liegen scheinen.

Breitet man nun ein Stück des frischen Blinddarmes aus und behandelt es mit Höllenstein, so treten die Zellgrenzen, sowie diese blasenartigen Gebilde deutlicher hervor. (Fig. 49, Taf. VI.

An mit Chromsäure getöteten Asterien, denen die Chromsäure in 1 proc. Lösung in den Magendarm injicirt wurde und welche dann mit Ranviers Pikrokarmin gefärbt wurden, gelang es am besten, über diese Gebilde ins Reine zu kommen.

Auf Längsschnitten oder auch Querschnitten durch den Blinddarm ergab sich dann folgendes.

Die blasenänlichen Gebilde sind Drüsenzellen und zwar Becherzellen. Innerhalb jedes solchen Gebildes, meist central gelegen, tritt der stark gefärbte Kern hervor, wärend der Zellinhalt hellrosa, etwas heller als die übrigen Epithelzellen erscheint.

Die Grösse der Becherzellen ist sehr verschieden. Sie variirt zwischen 0,0097—0,0130 mm. Die grossen kreisrunden Zellkerne besitzen einen Durchmesser von 0,00357—0,00428 mm. (Diese Masse gelten für einen Asterias vom Durchm. 2 ctm). Die Zellen liegen nicht blos peripher, sondern in allen Höhen des cylindrischen Darmepithels. Die kleineren Zellen trifft man besonders in der Tiefe des Epithels an (vergl. Figur 57^b), so dass der Schluss gerechtfertigt scheint, dass die Drüsenzellen in der Tiefe entstehen und dann an die Oberfläche rücken.

Sehr schwer gelingt es, über die Oeffnung dieser Becherdrüsen sich Gewissheit zu verschaffen. Die kleineren Zellen, wie überhaupt alle nicht peripher gelegenen, besitzen keine Stomata, wärend hingegen die peripher gelegenen solche erkennen lassen. Es ist dies sehr schwierig, gelingt jedoch an versilberten Präparaten.

Der Inhalt unserer Zellen ist stark lichtbrechend. Um den Kern herum liegt das feingranulirte Plasma, welches sich netzartig ausbreitet.

Diese Erscheinungen sind an mit Essigkarmin oder Hämatoxylin behandelten Objekten nicht zu eruiren, nur die mit Pikrokarmin behandelten Präparate zeigten dieselben, wärend sonst die Zellkerne nicht deutlich hervortreten, und an Stelle der Drüsenzelle ein wasserheller Holraum zu sehen ist. — Die Epithel zellen, zwischen denen zerstreut die Becherdrüsen liegen, sind von cylindrischer Gestalt. Ihre Länge ist je nach dem Alter des Tieres verschieden. An einem 2 ctm grofsen Asterias besitzen die Epithelzellen eine Länge von 0,03912 mm. Vergl. Figur 56 Taf. VI. Mit Chromsäure-Osmiumsäure behandelt, und nachheriger Färbung mit neutralem Essigkarmin oder Ranviers Pikrokarminlösung zeigt sich der Zellinhalt fein granulirt. Ein oder mehrere Wimpern, das erstere scheint die Regel zu sein, sitzen der Peripherie der Zelle auf. Der Zellkern liegt in dem basalen Teile der Zelle, niemals in dem oberhalb der Zellmitte gelegenen Zellleib. Figur 56 auf Tafel VI zeigt in Drittelalkohol

macerirte Zellen; Figur 57 *b* giebt einen Längsschnitt durch den Blinddarm wider, welcher zugleich das Verhalten der übrigen Schichten, welche die Darmwandung zusammensetzen, zeigt.

Die Bindesubstanzschicht ist von geringer Ausdehnung. Lücken treten in ihr auf, auf deren Deutung ich unten eingehen werde. Sehr schwach sind die beiden Muskelschichten entwickelt. Nach innen liegt die Rings-, nach aussen die Längsmuskelschicht. Aussen wird der Darm vom Plattenepithel überzogen, das mit Wimpern bedeckt ist.

Auf der dorsalen Fläche des Magendarmes trifft man auf den als

Rektum

zu beschreibenden Abschnitt, welcher nach Aussen mündet durch einen die Körperwand durchbrechenden Gang (vergl. Fig. 51 auf Tafel VI.) Das Rektum mit seinen Blindsäcken zeichnet sich durch seine Wulstbildungen aus, welche weit in das Lumen hineinragen. Der Ausfürgang, welcher die Wandung durchsetzt, besitzt keine Wülste, sondern ist vollkommen glatt. Sein Epithel geht an der Afteröffnung über in das allgemeine Körperepithel. Es wimpert in seiner ganzen Länge, wie dies in gleicher Weise vom Rektum gilt.

Der Darm wird von Mesenterien, Aufhängebändern befestigt. 8 solche Gebilde gehen vom Magendarm ab, und zwar von der Oberfläche der äusseren Fläche zu der Körperwandung das Enterocoel durchsetzend.

Die Blinddärme werden, wie bekannt, durch je ein Aufhängeband, das mehrfach durchbrochen ist, an der inneren dorsalen Rückenwand befestigt.

Der Bau dieser Mesenterien ist folgender. Auf beiden Flächen findet sich ein Wimperepithel, welches übereinstimmt mit dem Leibeshölenepithel, welches alle in der Leibeshöle gelegenen Organe überkleidet. Unterhalb des Epithels ist eine Lage von parallel zu einander angeordneten Muskelfibrillen zu unterscheiden. Die Axe der Mesenterien wird von einer Bindesubstanzschicht gebildet, welche nichts besonderes zeigt. Wanderzellen sind in grosser Menge in ihr zu finden. Diese Bindesubstanzschicht der Mesenterien geht in die entsprechende Schicht des Darmes (Magendarm oder Darmblindsäcke) über, sowie in die der Körperwandung. —

Zur Physiologie des Darmtractus.

In diesem Abschnitt will ich meine Beobachtungen über die Narungsaufnahme widergeben und zugleich versuchen, die einzelnen Darmabschnitte — soweit dies auf Grund der histologischen Untersuchung möglich ist — in ihrer Funktion zu beschreiben.

Ueber die Narungsaufnahme der Seesterne liegen eine Reihe von Beobachtungen aus älterer Zeit vor, auf welche ich kurz eingehen muss.

Deslongchamps[1]) berichtet, dass die Seesterne von Austern leben und, worauf es mir hier besonders ankommt, einen giftigen Saft absondern, welcher die Schliessmuskeln der Auster lämt und auf diese Weise bewirkt, dass sich dieselbe aufklappt. Von Asteracanthion violaceum erzält derselbe Autor, wie er mehrere Individuen zusammenantraf, welche mit ihren Armen ineinander geflochten waren und eine tote Mactra stultorum in ihrer Mitte hielten. Alle Individuen sassen auf dem schwach geöffneten Rande der Schale und „senkten aus der Nähe ihres Mundes fünf gestielte dünnwandige Bläschen (welche später nicht mehr aufgefunden werden konnten) dazwischen, aus deren durchbortem Ende eine zersetzende Flüssigkeit tropfenweise hervordrang und das Weichtier rasch auflöste."

Mc. Andrew und Barett[2]) berichten dasselbe von Asteracanthion, wie diese Art eine grosse Litorina zwischen ihren fünf Stralen festhielt und den ausgestülpten Magen bis ins hinterste Ende des Schalengewindes hineinschiebt. — Rymer Jones[3]) verdanken wir dann weiter Angaben über die Narungsaufnahme. Auch er berichtet, dass der Seestern seinen Magen zum Mund herausstülpt über die Auster, so dass diese ganz davon eingehüllt ist. Auch das Absondern einer giftigen Flüssigkeit erwänt er.

Aus neuer Zeit sind mir keine Angaben über das Fressen der Seesterne bekannt, welche etwas Neues brächten. Besonders was die Absonderung der Flüssigkeit anlangt, so ist der Ort, wo dieselbe entsteht, bisher noch unbekannt.

---

[1]) Deslongchamps, Ann. des scienc. natur. Bd. 9. 1826.

[2]) Mc. Andrew und Barett, vergl. Bronn, Klassen und Ordnungen, 1. Band. Amorphozoa, pag. 265.

[3]) Jones, Rymer, Zur Naturgeschichte der Asteriden in: Fror. N. Not. Bd. 12 No. 248. 1839.

Ich habe an Asterias rubens sowol in Kiel an frischem Material, welches soeben dem Meere entnommen war, hierüber Untersuchungen angestellt, als auch an Asterien, welche ich in den Seewasseraquarien des Göttinger zoologischen Instituts Monate lang hielt.

Die Narung dieser in der Kieler Bucht lebenden Seesterne besteht zum grössten Teile von Mytilus edulis. Die Narungsaufnahme geht in folgender Weise vor sich.

Der Seestern (Asterias rubens) bringt sich eine Muschel vermittels seiner Füsschen und Stacheln der ventralen Körperfläche in die Nähe der Mundöffnung. Ist dies geschehen, so stülpt sich der Magendarm, also der mittlere Abschnitt des Darmes, handschuhfingerförmig hervor. Es kommt somit seine Innenfläche mit ihren grossen flaschenförmigen Drüsenzellen nach aussen zu liegen. Die Muschel wird nun vom ausgestülpten Magendarm umfasst und gelangt jetzt in die Mundöffnung hinein. Hierbei ist die Längsaxe der Muschel senkrecht zur ventralen Fläche des Seesterns gerichtet. Man kann nun sehen, wie die Absonderung einer Flüssigkeit vor sich geht, wie die Muschel eingespeichelt wird, indem sie von einer klebrigen Masse umhüllt wird, welche auch in sie eindringt. In kurzem öffnet sie ihren Schliessmuskel und sie wird nun vollkommen ausgesaugt, indem sie zugleich tiefer in den Darm hineingelangt. Die grossen *flaschenförmigen*, oben von mir beschriebenen, bisher unbekannten *Drüsen sind es, welche die giftige, eine lämende Wirkung besitzende Flüssigkeit absondern*. Nachdem die Muschel vollkommen ausgesaugt ist, werden die Schalen wieder freigegeben, indem der Seestern seinen Magendarm wieder zurückzieht. Figur 51 zeigt einen Asterias mit hervorgestülptem Magendarm.

In einer Blechkiste erhielt ich aus Kiel eine grosse Menge kleiner und mittlerer Seesterne, in der Grösse von einem halben bis drei ctm. zugleich mit sehr jungen Mytilus. Der grössere Teil der Seesterne zeigte sich beim Auspacken mit hervorgestülptem Magendarm und der Muschel in demselben, sämmtlich in Verdauung begriffen.

Oft trifft man Seesterne an, welche den Magendarm hervorgestülpt haben, one eine Muschel eingeschlossen zn haben. Es sind dies Tiere, wie ich mich überzeugen konnte, welche keine Narung fanden und dann aus Mangel an derselben zu Grunde gehen. Isolirte Seesterne, in deren Gefässen keine Narung vor-

handen war, stülpten ihren Magen hervor und, längere Zeit one Nahrung gehalten, gingen sie zu Grunde.

Bei den grösseren Formen, wie Astropecten aurantiacus, werden kleinere Muscheln in den Darm geschluckt, und man findet dann den Magendarm oft prall angefüllt von denselben. An einer Anzal von Astropecten aus der zoologischen Station zu Neapel war der ganze nicht hervorgestülpte, oder doch nur teilweise hervorragende Magendarm oft so voll von Muscheln gefüllt, dass die Rückenfläche des Tieres emporgewölbt war. Es fanden sich bei einem Exemplar folgende verschiedene Arten vor: Pecten in grofser Anzal, bis zu zehn Stück; sechs Tellina, etliche Conus, und fünf Dentalium.

Die Verdauung geschieht jedenfalls im Magendarm und wird durch das von den Blindsäcken, den Leberschläuchen, abgesonderte Sekret befördert. Ob die kleinen Anhängsgebilde des Rektums als Harnorgane funktioniren, darüber haben physiologische Untersuchungen zu unterscheiden.

Ich schliesse einige historische Notizen an dieser Stelle an.

Der Darmtractus wurde früher von Hoffmann[1]) auf seinen histologischen Bau untersucht. Am Magen unterscheidet derselbe zwei Hauptschichten, eine Muskelfaser- und eine Bindegewebsschicht, in welch' letzterer feine, wellenförmig verlaufende Bindegewebsfibrillen und eine Zellenschicht unterschieden werden. Das Wimperepithel im Magen hat Hoffmann weiter beobachtet. Drüsenzellen hat dieser Forscher in keinem Abschnitt aufgefunden. Merkwürdigerweise wird Asterias rubens der After abgesprochen, der aber bei jedem Tiere leicht nachzuweisen ist.

Teuscher[2]) hebt ausdrücklich hervor, dass bei Astropecten weder im Magen noch im Anhange desselben Drüsen vorkommen, eine Angabe, die nach meinen Befunden an Asterias bezweifelt werden muss. Das Material, welches Teuscher zu Gebote stand, ist jedenfalls schlecht erhalten gewesen, da er sonst erkannt haben würde, dass die Struktur der einzelnen Schichten, welche die Darmwand zusammensetzen, nicht in den verschiedenen Abschnitten die gleiche ist, wie er angiebt.

---

[1]) Hoffmann, Zur Anatomie der Asteriden, in: Niederländ. Archiv, Band 2, 1873. pag. 5.

[2]) Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. 3. Asteriden, in: Jenaische Zeitschr. Band 10. p. 511.

Die Gefäfse des Darmtractus.

Wie Tiedemann[1]) bereits beschrieben hat, gehen an der Stelle, an welcher die dorsalen Gefäfse vom „Herzen" austreten, zwei Gefäfse ab, um zum Magendarm zu treten. Ludwig[2]) hat dieselben wieder aufgefunden und giebt an, dass die strangförmigen Gefäfsgeflechte an die Wand des Magens treten, „um sich dort in einer Weise zu verästeln, welche ich bisweilen noch nicht weiter verfolgt habe."

Früher hatten Greeff[3]) und Hoffmann[4]) ein frei in die Leibeshöle hängendes drüsenförmiges Organ beschrieben. Der erstgenannte Forscher betont die Uebereinstimmung im Bau dieses Organes mit dem drüsigen Organ (sog. Herzen) und glaubt, dass ein Zusammenhang mit letzterem bestehe.

Ludwig[2]) entgegnet nun, dass dieses angeblich frei in der Leibeshöle hängende Organ nur die besonders stark entwickelten Anfangsteile der beiden Darmgefäfsgeflechte seien.

Um diese Frage zu lösen, ist es am besten, Querschnittserien durch den schlauchförmigen Kanal in ganzer Länge anzufertigen. Ein Querschnitt durch den oberen Teil des schlauchförmigen Kanales zeigt uns folgendes. Auf Figur 36*a* auf Tafel IV sieht man, wie die Wandung des Kanales, in dem Steinkanal und Chromatogenorgan liegen, durchbrochen worden und ein Teil derselben mannigfach gelappt aufserhalb in die Leibeshöle zu liegen gekommen ist. Der Zusammenhang zwischen letzterem Teile und dem innerhalb des Kanales gelegenen ist leicht zu erkennen. Somit ist Greeffs Ansicht, nach welcher ja ein Zusammenhang zwischen beiden Organen bestehen solle, richtig. Der aufserhalb des Kanales gelegene Teil ist aber nicht ein Organ für sich, sondern nur ein Teil des Chromatogen-Organes, wie sein Bau zeigt. Die Holräume werden von den uns schon bekannten grofsen Epithelzellen ausgekleidet.

Auf unserer Figur 36 ist dann weiter zu sehen, wie vom Chromatogen-Organ jederseits ein Blutgefäfs abgeht zum dorsalen Analringgeflecht (Bl^1 und Bl^2).

Die zum Magendarm laufenden Lakunen treten aus dem frei

---

[1]) Tiedemann, loc. cit.

[2]) Ludwig, Asteriden, (pag. 181 der Morpholog. Studien Band 1.

[3]) Greeff, Mitteilung 2, p. 99.

[4]) Hoffmann, loc. cit. p. 16.

in der Leibeshöle hängenden Teile des drüsigen Organes aus und lassen sich in ihrem weiteren Verlaufe leicht verfolgen. Man kann nicht von Gefäfsen sprechen, sondern von einem Gefäfsgeflecht, welches an die Rückenfläche des Magendarmes herantritt. Dieses Gefäfsgeflecht besteht aus Lücken in der Bindesubstanz, welche mit einander kommuniciren. Aufsen wird das Gefäfsgeflecht von einem Plattenepithel überzogen, welches in das des Magendarmes übergeht.

Es tritt nun dies Geflecht an den Darm in der Weise heran, dass seine Bindesubstanzschicht mit der des Darmes verschmilzt, und dass sich die Lücken in derselben, welche eben „die Blutgefäfse vorstellen, in Lücken in der Bindesubstanzschicht des Magendarmes übergehen. Zunächst ist das Gefäfsgeflecht noch mehrfach gelappt, um allmälig zu verstreichen, wie Figur 36 auf Tafel IV zeigt.

In den Holräumen dieses Lakunengeflechtes trifft man die Blutzellen oft in grofser Menge an.

Der weitere Verlauf der Lakunen ist folgender. Die Lücken und Holräume in der Bindesubstanzschicht sind in der Wandung des Magendarmes nachzuweisen, one dass bei äufserer Betrachtung etwas von einem Lakunensystem zu sehen wäre. Es existirt ein Bauch- und Rückengefäfs nicht. Es ist also das bei Asteriden vorhandene Verhalten des Darmlakunensystems ein viel primitiveres als etwa bei Echiniden und Holothurien. Ob nun die Bildung, wie sie Asterias zeigt, die primäre sei, oder aber die complicirten Verhältnisse der anderen Gruppen primär und das Gefäfssystem bei Asteriden rückgebildet sei, das kann nur durch Heranziehung der übrigen Organisationsverhältnisse und genauer Vergleichung annähernd erschlossen werden.

Mir scheint das Blutlakunensystem bei den Asteriden ebenso eine selbstständige Bildung zu sein, wie bei den Echiniden, von denen sich dasselbe auf die Holothurien vererbt hat.

Uebrigens müssen die Darmlakunen an gröfseren Arten noch untersucht werden. Ich hoffe baldigst hierüber Mitteilungen geben zu können. —

III. Abschnitt.

Das Wassergefäſssystem.

a) Steinkanal und Madreporenplatte.

Hauptsächlich über die noch in der Entwicklung begriffenen Organe will ich im Folgenden berichten. Den Bau des ausgebildeten Organs haben Jourdain[1]) und besonders eingehend Ludwig[2]) geschildert. Die Arbeiten der älteren Forscher, wie Hoffmann, Teuscher u. a. sind in Ludwigs Abhandlung[2]) kritisch beleuchtet, so dass ich auf diese Arbeit verweise.

Die Verhältnisse, wie ich sie bei einem 1,2 mm im Durchmesser grofsen Asterias fand, sind folgende.

Der Steinkanal öffnet sich nach aufsen durch eine Oeffnung, die dem Rückenporus der Larven entspricht. Wie Ludwig[3]) gezeigt hat, verbindet sich der Steinkanal mit dem Rückenporus etwa am zwölften Tage, so dass jetzt das Seewasser durch denselben in den Steinkanal und von hier aus in die übrigen Teile des Wassergefäfssystemes gelangt. Dieses Stadium erhält sich somit ziemlich lange auch am ausgebildeten Seestern. Figur 33 auf Tafel IV stellt einen Verticalschnitt durch die durch eine Oeffnung repräsentirte Madreporenplatte dar. Das Körperepithel in der Umgebung der Oeffnung zeichnet sich durch die Länge seiner Zellen aus. Es sind dieselben feine Gebilde, die einen ovalen Kern im Centrum, oder doch demselben genähert, tragen. Jede Zelle besitzt eine lange lebhaft hin und her schwingende Wimper. Ihre Länge beträgt 0,0096 mm. Eine 0,0015 mm dicke Cuticula begrenzt die Zellen peripher. Dieses hohe Wimperepithel wird, sobald es in den nun folgenden Kanal, den ersten Porenkanal, eintritt, niedriger und niedriger, bis es schliefslich als Plattenepithel bezeichnet werden muss (vergl. Figur 33). Es ist somit dasselbe Verhalten bei dem jungen Asterias zu verzeichnen, wie es Ludwig[4]) bei ausgewachsenen Tieren und bei der Madreporenplatte der Crinoiden, ich[5]) bei den Holothurien geschildert habe.

---

[1]) Jordain, Recherches sur l'appareil circulatoire etc. Comptes rendus. T. 65. 1867. p. 1002.

[2]) Ludwig, Asteriden, Morph. Studien, Band 1 pag. 150.

[3]) Asterina gibbosa. Entwicklung, Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Band 37. pag. 169.

[4]) Ludwig, Crinoiden, Morphologische Studien, 1. Band pag. 56.

[5]) Hamann, 1. Heft dieser Arbeit, pag. 26 und pag. 81.

Der Porenkanal setzt sich direkt fort in den Steinkanal, der durch sein hohes Wimperepithel sich auszeichnet. Rings um die Oeffnung des Rückenporus liegen Kalkgebilde in der Cutis, wie ich noch hervorheben will. Der Steinkanal ist an unserem jungen Tier ein Cylinder, dessen Innenfläche noch vollkommen glatt erscheint. Erst später treten complicirtere Bildungen auf. Bevor ich diese jedoch beschreiben will, sei noch einiges über den feineren Bau des Steinkanales hinzugefügt. Das hohe Wimperepithel besteht aus feinen haarförmigen Zellen mit dem in einer Anschwellung gelegenen ovalen Kern. Auf diese Epithelschicht folgt die Bindesubstanzschicht mit den über einander gereihten Kalkringen [1]) und hierauf das Aufsenepithel, aus einem Plattenepithel bestehend. Der Steinkanal, dessen Durchmesser 0,00326 mm beträgt, geht in den Wassergefäfsring der ventralen Körperwand über. Sein Epithel ist niedriger geworden, die Gröfse der Zellen beträgt an seiner Mündung etwa 0,00214 mm gegen 0,0057 mm im übrigen Teile seines Verlaufs.

Die Cuticula, welche auf der Madreporenplatte sich findet und mit der allgemeinen Körpercuticula, wie sie den ganzen Körper überzieht, zusammenhängt, ist auch im Steinkanal vorhanden. Sie besitzt hier eine Dicke von 0,0011 mm und wird von feinen Kanälchen durchsetzt, durch welche die Wimpern hindurchtreten. Es ist hier also ein anderes Verhalten zu constatiren als im Darmtractus, wo die Wimpern vermittels Basalstücken auf den Zellen festsitzen [2]).

An unserem jungen Seestern ist bereits eine ampullenförmige Erweiterung des Steinkanales zu constatiren, da, wo derselbe in das Porenkanälchen mündet, wie sie am erwachsenen Tiere von Greeff [3]) und Ludwig [4]) in der Mehrzal beschrieben sind. —

Untersucht man den Steinkanal an älteren Exemplaren von etwa 2 mm und darüber auf dem Querschnitt, so sieht man, dass an einer Stelle der bisher glatten Innenfläche eine Hervorwulstung

---

[1]) Sharpey und Siebold gaben die ersten genaueren Angaben über den Bau des Steinkanales, vergl. Ludwig a. o. O. pag. 156.

[2]) Ludwig beschreibt am Steinkanal von Brisinga ausfürlich die Cuticula und die Kanälchen, durch welche die Wimpern hindurchtreten. Zur Kenntniss der Gattung Brisinga in: Morpholog. Studien, Band 1 pag. 222.

[3]) Greff, 3. Mitteilung, pag. 100.

[4]) Ludwig, Asteridenarbeit, Morph. Studien Band 1 pag. 159.

des Epithels beginnt. Die Epithelzellen verlängern sich und wuchern in gerader Linie in der ganzen Länge des Steinkanales — mit Ausnahme des ventralen Endes — in denselben hinein (vergl. Figur 36 *a* Tafel IV). Diese Zellen tingiren sich, mit Essigkarmin behandelt, stärker als die übrigen. Die Zellwucherung nimmt zu, und schliefslich haben wir am erwachsenen Tier einen Steinkanal, wie er in Figur 35 auf dem Querschnitt dargestellt ist. Die ursprünglich einfache Längsleiste hat sieh geteilt und sich in zwei Schneckenwindungen gefaltet. Diese eigentümliche Bildung, die sich bei anderen Arten in änlicher Weise wiederfindet, scheint mit der Bewegung der Flüssigkeit des Steinkanales in Zusammenhang zu stehen. Das Epithel nämlich, welches die beiden Schneckenwindungen überkleidet, ist weit niedriger, als das im übrigen Kanal sich findende. Dementsprechend sind auch die Wimpern von geringerer Gröfse, wie sich noch an Schnitten constatiren lässt. Ich vermute nun, dass die ungleiche Wimperung von Bedeutung für den Steinkanal ist und glaube, dass die gröfseren Wimpern einen entgegengesetzten Strom hervorbringen, als die kleineren, dass somit der Steinkanal einmal als Einfürkanal für Seewasser, das andre Mal als Ausfürkanal für die Flüssigkeit des Wassergefäfsystemes dient. Irgendwo muss doch die aufgenommene Flüssigkeit wieder aus dem Körper hinausgelangen, und da keine andere Oeffnung nach aufsen im Wassergefäfssystem sich findet, so kann es nur die Madreporenplatte sein. Ich traf häufig Wanderzellen in den Porenkanälchen an, die nur mit dem ausfürenden Flüssigkeitsstrom hierhin gelangt sein konnten. — Wärend der Bildung der Schneckenwindungen legen sich Porenkanälchen im Umkreis des ersten an. Wie Verticalschnitte lehren, entstehen dieselben als Einsenkungen des Körperepithels. Sie münden zunächst noch in den Steinkanal. Wärend nun die Bildung derselben in gröfserem Umkreis um die erste Oeffnung erfolgt, legen sich Ampullen an, das heifst Aussackungen des Anfangsteiles vom Steinkanal, in welche die entfernter gelegenen Porenkanälchen münden. Die nun noch weiter entfernt gelegenen können bei ihrem senkrechten Verlauf weder Ampullen noch Steinkanal erreichen und so treten sie untereinander in Zusammenhang durch Sammelrörchen, welche zu den Ampullen füren. Nirgends öffnet sich ein Porenkanälchen anders wohin als in den Steinkanal und seine Ampullen, wie bereits Ludwig entgegen den Angaben der früheren Forscher betont hat. Ich stimme vollständig mit ihm überein. Weder an jungen

noch geschlechtsreifen Tieren fürte ein Porenkanälchen in den schlauchförmigen Kanal, wie Teuscher, Greeff und Hoffmann angeben.

Der Wassergefäſsring und die Radialwassergefäſse.

Der Wassergefäſsring oder Ringkanal wird in seiner ganzen Ausdehnung von einem aus cubischen Zellen gebildeten Epithel ausgekleidet, welches wimpert. Jeder Zelle gehört eine Wimper zu. Muskelfasern finden sich in der Wandung nicht. Die Fortbewegung der Flüssigkeit wird von den Wimpern besorgt, somit ist eine Muskulatur unnötig. Dieselbe ist nur in den Teilen des Wassergefäſsystems ausgebildet, wo eine kräftigere Fortbewegung nötig ist, so in den Verzweigungen der Radiärkanäle. Das vom Epithel des Ringkanales Gesagte gilt auch von dem der Radiärkanäle. Die Radiärkanäle enden blind in den Armenden, im Füler. Der Holraum des Fülers (vergl. das oben Gesagte) ist somit das blind geschlossene Ende des Radiärkanales. Das Epithel, welches das Lumen des Fülers auskleidet, ist von derselben Gestalt, wie das in den übrigen Teilen des Wassergefäſssystems sich findende. Wärend die Wimpern die Flüssigkeit hier in Bewegung erhalten, ist zum Zurückziehen des Fülers eine besondere Muskulatur vorhanden, welche unterhalb des Innenepithels gelagert und epithelialen Ursprunges ist. Die Fasern sind zur Längsaxe desselben parallel angeordnet und verlaufen eine Schicht bildend.

Von den Radialkanälen gehen seitlich Zweige ab in die Füſschen und deren Ampullen. An der Stelle, wo der Zweig des Radialkanales mündet, befindet sich ein Ventil. Auf Horizontalschnitten durch den Arm ist dasselbe am besten warzunehmen. Fig. 66 auf Tafel VII zeigt das Ventil der Länge nach durchschnitten.

Entdeckt wurden diese Organe von Jourdain[1]) und ausfürlich beschrieben von Lange[2]).

Wie aus Figur 66 hervorgeht, sind die durch das Ventil gebildeten Taschen nach dem Füſschen- und Ampullenholraum gerichtet, so dass also das Wasser, sobald es aus der Ampulle durch die Contraction der Muskeln ihrer Wandung in das Füſschen getrieben werden soll, nicht in den Ast des Radiärkanales zurücktreten kann, indem die Taschen geschwellt werden und der Spalt-

---

[1]) Jourdain, in Comptes rendus. T. 66, 1867. pag. 1003.

[2]) Lange, Beitrag zur Anatomie und Histologie der Asteriden und Ophiuren in: Morpholog. Jarbuch. 1876. Band 2. pag. 247.

raum *(S)* in seinem Centrum verschlossen wird. Dieser Verschluss wird aber bewirkt nicht blos durch den Wasserandrang, sondern durch eine aus ringförmig verlaufenden Fasern bestehende Muskulatur, welche Lange noch nicht beschrieben hat. Die innere und äufsere Fläche des Ventils wird von dem gleichen Epithel überzogen, wie es in den Radialkanälen sich findet. Unterhalb des die Aufsenfläche des Ventils bekleidenden Epithels befindet sich die Muskulatur, einen Sphinkter bildend.

Das Ventil selbst besteht aus zwei Taschen, die so mit einander verwachsen sind, dass nur ein Spaltraum zwischen ihnen vorhanden geblieben ist, welcher der Flüssigkeit den Eintritt in Ampulle und Füfschen gestattet, sobald die Muskulatur erschlafft ist.

Die Tiedemannschen Körper.

Entstehung und Bau.

Die Entsehung und Ausbildung dieser Organe glückte es mir an Asterien von verschiedenen Entwicklungsstufen zu beobachten. Wie Tiedemann angegeben hat, sind diese Gebilde Anhänge des Wassergefäfsringes, in den sie münden. Diese Angabe wurde später angezweifelt, bis Ludwig ihre Richtigkeit nachwies. Ich beginne mit der Anlage unserer Organe.

An den jüngsten mir zu Gebote stehenden Asterien von 1,2 mm Durchmesser trifft man die fraglichen, in der Zehnzal auftretenden Körper als kleine runde Bläschen von 0,0163 mm, auf der Innenseite vom Ringkanal, also central gelegen. Ein kurzer holer Kanal fürt in das kugelige Gebilde, das vom Enterocoelepithel aufsen überzogen wird. Eine ungemein dünne Lage von Bindesubstanz lagert unterhalb des Epithels. Nach innen von der Bindesubstanz liegt das den Holraum auskleidende Epithel, welches von der gleichen Beschaffenheit, wie das des Ringkanales, und mit Wimpern bedeckt ist.

Derselbe Bau, wie bei der jungen Drüse, ist auch an der ausgebildeten zu erkennen. Nur die Gestalt hat durch mannigfache Faltungen der Oberfläche sich verändert.

Am Asterias von 1 ctm Durchmesser besitzen die Tiedemannschen Körper folgenden Bau. Wir treffen lappige Organe an, aus vier, sechs oder mehr einzelnen rundlichen Säckchen bestehend, die gemeinsame Wandungen besitzen (vergl. Fig. 47 auf Taf. V). Es erinnern diese Bilder an jene der traubigen Drüsen. Untersucht

man ältere Tiere, so bietet unser Organ noch mehr Aenlichkeit mit einer traubigen Drüse, da jetzt die Anzal der einzelnen eiförmigen Säckchen stark vermehrt ist. Die Communication der Drüse mit dem Ringkanal geschieht durch den Holraum im kurzen Stiel. Ein Schnitt durch eine Drüse zeigt das auf Figur 48 gezeichnete Bild. Einzelne Drüsensäckchen sind auf dem Querschnitt getroffen. Auf das aus cubischen Zellen bestehende Epithel, welches die Holräume auskleidet, folgt die stark entwickelte Bindesubstanzschicht mit ihren Zellen und Fibrillen.

In allen Drüsen, die ich untersuchte, war das Lumen der einzelnen Säckchen angefüllt von Zellenballen, die den Wanderzellen des Wassergefäſssystems im Bau und Gröſse gleichkommen. Auch in den kugeligen, einlumigen Drüsen des jungen Asterias ist ein solcher Zellballen warzunehmen. Figur 48 auf Tafel V zeigt einen Schnitt durch diese Inhaltszellballen. Die Zellen liegen eng aneinander und haben sich gegenseitig an ihren Berürungsstellen abgeplattet. Der Zellkern von kugeliger Gestalt mit constant einem runden Kernkörperchen misst etwa 0,00285 mm. Ein Pigment ist in diesen Zellen abgelagert, in gleicher Weise, wie überhaupt in den Chromatogenzellen. Es bedingt die Farbe der Organe. Mit Alkohol lässt es sich leicht extrahiren.

Es entsteht nun die Frage: Sind diese Inhaltszellen in der Drüse gebildet, oder aber sind sie aus dem Radialkanal in dieselbe hineingelangt? Aufgefunden sind die Zellen von Hoffmann[1]). Nach seinen Angaben besteht die Drüse aus „einem mit Wimperhaaren versehenen, sehr zarten, bindegewebigen Inhalt“ und den oben geschilderten Zellen. Das Innenepithel hat dieser Forscher somit übersehen. Er glaubt, dass in dieser Drüse der Bildungsheerd der zelligen Elemente des Wassergefäſssystems zu sehen sei, eine Ansicht, die Ludwig[2]) als plausibel anzunehmen nicht abgeneigt ist.

Dass die Wanderzellen, welche im Wassergefäſssystem sich finden, als losgelöste Epithelzellen zu betrachten sind, ist nach Selenkas Angaben bei Holothurien sehr warscheinlich. Ob diese Zellen aber gerade in den Tiedemannschen Körperchen sich bilden, ist mir zweifelhaft. Mir scheint ihre Funktion weit eher die einer Drüse zu sein. Die Farbstoffe in den Zellen ihrer Hol-

---

[1]) Hoffmann, Niederl. Archiv, Band 2 1873 pag. 23.
[2]) Ludwig, a. o. O.

räume sehe ich als Excretstoffe an, deren Abscheidung im Wassergefäfssystem in den Tiedemannschen Körperchen allein vor sich geht, wie man an der Färbung dieser Organe schon äufserlich constatiren kann.

IV. Abschnitt.

Die Geschlechtsorgane.

Entwicklung und Bau.

Einige kurze Bemerkungen über die Lage der Geschlechtsorgane will ich vorausschicken. Bei Asterias rubens finden wir zehn verästelte Genitalschläuche, welche parweise „rechts und links von der Mittellinie des Interradius“ liegen. Wärend an ausgewachsenen Asterien die Genitalschläuche aus einer grossen Menge von Blindschläuchen bestehen, ist die Zal derselben geringer, je jünger die Tiere sind. Endlich treffen wir auf Formen von wenigen Millimetern, bei welchen an Stelle der späteren Genitalbüschel ein einziges sich zeigt, an welchem durch Sprossung die übrigen entstehen. An etwa 1—2 mm im Durchmesser grossen Tieren trifft man überhaupt äusserlich keine Bildung an, welche auf die späteren Genitalschläuche schliessen liesse. Erst auf Schnitten findet man an den Stellen, wo man später die Schläuche antrifft, die Organe in ihrer ersten Anlage. Ich will im Folgenden die Entwicklung der Genitalschläuche schildern und dann den Bau des ausgebildeten Organes hinzufügen. Ueber die erste Anlage des Keimepithels äussere ich mich zuletzt, da ich aus Mangel an Material nicht mit voller Sicherheit meine Untersuchungen zu Ende führen konnte.

Um die erste Anlage der Geschlechtsorgane zu studiren, eignen sich Horizontalschnitte durch das Tier besser, als vertical und rechtwinklig zu einer Armaxe gefürte Schnitte. Man trifft dann an der Stelle, wo später die gelappten Genitalschläuche liegen, ein Bläschen, welches in einen Holraum hervorragt. Fig. 61 zeigt dieses quer durchschnittene Gebilde. Mit e^2 ist das Leibeshölenepithel bezeichnet. Der Holraum, in welchen das Bläschen zu liegen gekommen ist, ist ein Spaltraum in der Bindesubstanz im Mesenchym, also eine Schizocoelbildung. Oben habe ich geschildert, wie bei der Anlage der Kiemenbläschen einzelne Spalträume im Mesenchym entstehen, und dass diese dann verschmelzen und

das Holraumsystem vorstellen, welches Greeff als Kanalsystem der Dorsalwand zuerst beschrieben hat.

Das Geschlechtsorgan ragt stets in diese Schizocoelbildung, die zunächst noch abgeschlossen für sich ist, hinein. Es besteht in der in Figur 61 auf Tafel VII gegebenen Entwicklungsstufe aus einem Bläschen, welches bereits einen Holraum im Innern zeigt. Dieser Holraum wird von einem Epithel ausgekleidet, das durch seine Zellkerne in die Augen fällt. Letztere sind von kugeliger Gestalt und besitzen konstant ein Kernkörperchen im Centrum. Umhüllt wird das in den Schizocoelspalt hineinragende Gebilde von einer dünnen Lage Bindesubstanz.

Ich habe an jungen Asterien von 1,2 mm die erste Anlage des Geschlechtsorganes in Gestalt eines Bläschens angetroffen, welches keinen Holraum besitzt und dessen Inhalt aus Zellen bestand, deren Grösse schwer zu bestimmen war, da sie dicht gedrängt zusammenlagen. Diese Zellen liegen mit dem Coelomepithel zusammen, so dass als ihre Ursprungsstätte jedenfalls das Leibeshölenepithel zu gelten hat. Leider fehlten mir noch jüngere Stadien, um die erste Sonderung der Zellen verfolgen zu können. Die erste Anlage des Bläschens one Holraum ist im Durchmesser 0,01 mm gross. Das in der Figur 61 abgebildete Entwicklungsstadium ist etwa 0,153 mm gross. Die Zellkerne messen 0,0028 mm.

Die weitere Ausbildung dieses Bläschens geht nun folgendermassen vor sich. An älteren Asterien fand ich dasselbe in der in Figur 62 auf Tafel VII dargestellten Form vor. Es ragt die Geschlechtsorgananlage weit in das Lumen der Schizocoelbildung hinein und wird von einer Lage Bindesubstanz umgeben. Endothelartig angeordnete Zellen kleiden das Schizocoel aus. Das Epithel, welches das Lumen der Geschlechtsanlage auskleidet, zeigt in diesem Stadium bereits eine Sonderung. Man kann jetzt entscheiden, ob Eier oder Sperma in dem Organ später erzeugt werden soll. In unserem Falle haben wir es mit der ersten Anlage eines Ovarialschlauches zu tun. Ein grosser runder Kern — das Keimbläschen — liegt in der bereits die Gestalt eines Eies besitzenden Zelle. Ein Kernkörperchen — der Keimfleck — kann schon jetzt deutlich im Centrum des Keimbläschens wargenommen werden. Die jungen Eizellen besitzen eine Grösse von 0,0130 mm, ihr Kern misst 0,00489 mm.

Das Wachstum der Geschlechtsanlage vollzieht sich so weiter, dass das junge bläschenförmige Organ mehr und mehr an Ausdehnung zunimmt und somit den Schizocoelraum ausfüllt. Bei

dem weiteren Wachstum buchtet sich die äussere Wandung desselben nach der Leibeshöle hervor indem das wachsende Geschlechtsorgan nach innen drängt. Hierbei bleibt aber immer zwischen der Wandung des Schizocoels, die aus dem Leibeshölenepithel und einer Bindesubstanzschicht besteht, und der Wandung des Geschlechtsorganes der Schizocoelspaltraum bestehen. Indem nun weiter auf diese Weise ein Hervorknospen in die Leibeshöle stattfindet, entsteht das aus gelappten Schläuchen bestehende Geschlechtsorgan. Die äussere Wandung des Geschlechtsorganes — Epithel und Bindesubstanzschicht — ist somit eine Fortsetzung der innersten Schichten der Körperwand. Der überall in der Wandung des Geschlechtsschlauches sich findende Holraum ist eine Schizocoelbildung, eine wandungslose Lakune in der Bindesubstanz, welche zunächst nur in Verbindung steht mit dem Schizocoelraum, in welchem sich die erste Einstülpung der Geschlechtsanlage vollzog.

Untersuchen wir nun weiter ein ausgebildetes Geschlechtsorgan, das aus einem Blindschlauche mit seitlich hervorsprossenden Schläuchen besteht, so hat man eine ganze Reihe neuer Erscheinungen zu beobachten.

Figur 59 auf Tafel VII zeigt einen Längsschnitt durch den Geschlechtsschlauch, der mehrere Ausbuchtungen besitzt. Die eben erwänten Ausbuchtungen sind die Anlagen der neuen hervorsprossenden Genitalschläuche.

Vor allem fällt aber auf, dass in diesem Entwicklungsstadium ein Ausfürgang für die Geschlechtsprodukte vorhanden ist. Auf welche Weise sich derselbe angelegt hat, geht uns hier nicht weiter an. Dann ist die Blutlakune auf dem Schnitt getroffen und steht mit dem Genitalorgan in Communication.

Zunächst ist daran festzuhalten, dass bis zu einem gewissen Entwicklungsstadium das Gefässsystem keinen Zusammenhang besitzt mit dem Geschlechtsorgan, erst sekundär stellt sich eine Verbindung zwischen beiden her. Die Genitalblutlakune verläuft in einen Schizocoelraum, wie ich das oben bereits schilderte. Ihre dünne Wandung besteht aus einer Schicht Bindesubstanz. Ursprünglich wird, wie das jetzt auch in den Radiärkanälen der Ventralseite der Fall ist, ein Septum den Schizocoelraum durchsetzt haben, und in diesem bindegewebigen Septum legten sich als Spalten die Blutlakunen an. Indem nun der Zusammenhang des Septums mit der Wandung des Schizocoelraumes nur an einer

Seite erhalten geblieben ist, gelangt man zu Bildungen, wie Fig. 35 auf Tafel IV zeigen.

Die Blutlakune *gbll* Figur 59 geht mit ihrer Wandung über in das Schizocoel des Geschlechtsorganes. Jetzt kann man dasselbe als Blutsinus bezeichnen. Dabei ist aber zu bemerken, dass der Holraum in der Wandung des Organes nicht als abgeschlossen gegen die Schizocoelbildungen der Rückenwand des Seesternes zu betrachten ist.

Ich glaube mich überzeugt zu haben, dass der sogenannte Blutsinus der Wandung der Genitalorgane im Zusammenhang bleibt mit dem Schizocoel überhaupt.

Was den feineren Bau der Wandung des reifen Genitalschlauches anlangt, so ist folgendes hervorzuheben. Aeufserlich überkleidet wird das Organ von einem Epithel, das vom Leibeshölenepithel abstammt und denselben Bau wie dieses zeigt. Die Zellen sind abgeplattet und wimpern wie die Epithelzellen der Leibeshöle überhaupt. Unterhalb des Epithels trifft man nur im basalen Teile des Geschlechtsorganes, welches zu einem Sinus erweitert ist, an den die verschiedenen Genitalschläuche ihre Produkte abgeben und von dem aus der Ausfürgang abgeht, eine mäfsig entwickelte Muskelschicht, aus ringförmig verlaufenden Fibrillen zusammengesetzt. In den einzelnen Schläuchen konnte ich diese Ringsmuskelschicht nicht widerfinden. An ihre Stelle ist eine andere Muskelschicht getreten, auf die ich gleich zu sprechen komme.

Unterhalb des Epithels liegt die Bindesubstanzschicht, welche durch den Blutsinus in eine innere und äussere zerfällt (vergl. Figur 63 auf Tafel VII). Die äufsere wie innere Schicht ist reich an ringförmig verlaufenden Bindesubstanzfibrillen. Der äufseren Schicht liegt, dem Blutsinus zugewendet, eine Lage von ringförmig verlaufenden mesenchymatösen Muskelfasern auf. Sie sind auf dem Längsschnitt durch einen Genitalschlauch quer durchschnitten.

Das Innenepithel (wie in Figur 63) bei den Sperma producirenden Schläuchen ist mehrschichtig. Seine Dicke beträgt ungefär 0,0097 mm, wärend die Wandung überhaupt einen Durchmesser von 0,0375 mm besitzt. Die Spermamutterzellen sind etwa 0,0043 mm grofs, ihr Kern 0,0028 mm.

Dass in den Wandungen der Genitalschläuche ein Holraum vorhanden sei, hat Greeff[1]) zuerst gefunden, und zu gleicher Zeit

[1]) Greeff, Echinodermen-Mitteilungen. Marburger Sitzungsberichte. 3. Mitteilung.

erwänt Hoffmann[1]) denselben. Ausfürlicher hat Ludwig den Bau geschildert[2]). Der Bau des Hodenepithels, wie er bei Echinaster fallax beschrieben wird, ist bei Asterias rubens nicht vorhanden.

Das Epithel der Hodenschläuche ist zwar auch bei dieser Art ungemein verdickt, aber gleichmässig, und finden sich nicht zalreiche dünne Falten, welche von der Wandung des Schlauches in das Lumen hineinragen und mit dem samenbildenden Epithel überkleidet sind. Nach Ludwigs Darstellung soll sich dieser Bau auch bei Asterias rubens finden; dem muss ich widersprechen (vergl. Figur 63 auf Tafel VII). Diese Figur zeigt die Wandung eines jüngeren Hodenschlauches mit dem aus grofsen Zellen und kleineren Samenkernzellen bestehenden Epithel. —

Entstehung der Eier.

Ueber die Entstehung der Eier liegen nur einige wenige Mitteilungen vor, aus denen sich ergiebt, dass die Eizellen aus Epithelzellen der Schläuche hervorgehen. Wärend wir aber bei den Holothurien genaue Angaben von Semper zu verzeichnen hatten, so ist dies bei den Asteriden nicht der Fall.

Nach Hoffmann's[3]) kurzen Angaben bilden sich die Eikeime und die Bildungszellen der Spermatozoiden aus dem inneren Epithel der Drüsenfollikel.“ In welcher Weise aber diese Bildung vor sich geht, erfaren wir nicht. Diese Hoffmann'schen Angaben bestätigt Ludwig[4]), one jedoch die erste Entstehung näher zu schildern.

Ich will im Folgenden die Entstehung der Eier schildern und nachweisen, dass die Bildung derselben gleich ist der bei den Holothurien bekannten.

Im Ovarium eines wenige Centimeter grofsen Tieres sieht man auf Schnitten das Innenepithel bestehend aus Eizellen in den verschiedensten Entwicklungsstadien. Die gröfseren ragen in das Lumen des Schlauches hervor; die kleinsten treten durch ihr be-

---

[1]) Hoffmann, loc. cit.

[2]) Ludwig, Asteridenarbeit, Morphologische Studien pag. 193. Band 1 und Ueber die Genitalorgane der Asterina gibbosa, ebenda pag. 291.

[3]) Hoffmann, Zur Anatomie der Asteriden, in: Niederländ. Archiv für Zoologie, Band 2. 1871. pag. 6.

[4]) Ludwig, Eibildung im Tierreich, Würzburg 1874.

reits kenntliches Keimbläschen hervor. Die grössten Eizellen mafsen in dem mir vorliegenden Ovarialschlauch:

Zelle	= 0,0489 mm;	Keimbläschen	= 0,0196 mm;	Keimfleck	= 0,0065 mm;
,,	= 0,0391 ,,	,,	= 0,0163 ,,	,,	= 0,0065 ,,
,,	= 0,0196 ,,	,,	= 0,0130 ,,	,,	= 0,0024 ,,

die kleinsten:

Zelle = 0,0130 mm; Keimbläschen = 0,0065 mm.

Das Epithel selbst besteht aus Zellen, welche eine ungefäre Gröfse von 0,00571 mm haben; der Kern schwankt zwischen 0,00285 und 0,00428 mm.

Unter diesen Zellen, die nicht nur in einer Schicht liegen, sondern hier und da übereinander gelagert sind, ragen solche hervor, welche durch den gröfseren Kern, der durch sein starkes Lichtbrechungsvermögen hervortritt, auffallen. Gewönlich liegen ihnen Epithelzellen von gewönlicher Gestalt an oder auf. Diese sich so von letzteren unterscheidenden Zellen sind die jungen Eizellen, welche jetzt noch keine Membran besitzen. Das weitere Wachstum geht nur in der Weise vor sich, dass die Eizelle an Volumen zunimmt, sowie dass der Keimfleck mit dem Keimbläschen wächst. Mit neutralem Essigkarmin tingirt, färbt sich die Eizelle rosa, wärend das Keimbläschen fast ungefärbt bleibt, der Keimfleck jedoch durch seine Membran deutlich als hellrosa gefärbtes Bläschen kenntlich ist. Es zeigen sich also dieselben Farbennuancen der einzelnen Teile an unseren Eiern, wie sie bei allen Eiern im Tierreich gefunden werden. — Indem so die Eizelle an Volumen zunimmt, hebt sie die benachbarten Zellen mit in die Höhe, und diese bleiben ihr anhaften. Von diesen der Eizelle peripherisch anlagernden Zellen wird das Follikelepithel gebildet, welches das Ei allseitig umhüllt. Die Gestalt der Eizelle ist nicht kugelig, sondern eher als birnförmig zu bezeichnen. Sie sitzt mit verbreiteter abgeplatteter Basis der unterhalb der Epithelschicht liegenden Membran auf. Fig. 64 auf Taf. VII giebt von einem Längsschnitt durch einen Ovarialschlauch das Innenepithel wieder. Die birnförmig gestalteten Eier in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien sind deutlich zu erkennen.

Es besitzen somit auch die Eier der Asteriden in einer frühen Entwicklungsstufe ein Follikelepithel, wie die der Holothurien. Im ersten Hefte dieser Untersuchungen habe ich um das Ei der Holothurien eine Follikelhaut beschrieben, das heifst eine das Ei umgebende Membran mit anliegenden Kernen und glaubte, dass letztere (Sempers An-

gaben folgend) nur Reste der Bildungszellen — ursprünglicher Epithelzellen — seien. Jetzt bin ich, nachdem ich von neuem Holothuria tubulosa zur Untersuchung wälte, zu dem Resultate gekommen, dass hier wie bei Asterias rubens ein Follikelepithel vorliegt. Es gelingt nämlich bei Behandlung mit Osmiumsäure an den Kernen der sogenannten Follikelhaut Plasma nachzuweisen und Zellgrenzen bereits one Silberbehandlung zu erkennen. Jene Membran mit ihren Kernen ist somit ein echtes Follikelepithel, welches, wie ich zeigte, auf die Weise entsteht, dass der wachsenden Eizelle peripherisch sich Epithelzellen anlegen, dass sich diese abplatten und ein Follikelepithel bilden, welches bei oberflächlicher Betrachtung als Membran erscheint. Zwischen Follikelepithel und Dotter wird nun bei Holothurien, wie Asteriden (jedenfalls ist auch bei den übrigen Gruppen der Echinodermen ein Follikelepithel vorhanden) eine Schicht von gallertartiger Beschaffenheit abgeschieden, die sogenannte Eiweifsschicht oder zona radiata. Bevor ich jedoch hierauf weiter eingehe, will ich auf die einzige Angabe in der Litteratur über ein Follikelepithel bei Asterideneiern aufmerksam machen. Wärend Ludwig[1]) das Follikelepithel an jungen Eiern nicht gesehen hat, ist es Fol[2]) gewesen, welcher in seinem grofsen Werk über die Reifung etc. des Eies bei Asterias glacialis das Follikelepithel an fast reifen Eiern gefunden hat. Die Zellgrenzen stellte Fol durch Anwendung von Silberlösung dar. Dies ist die einzige mir aus der Litteratur bekannte Angabe. Es fragt sich nun weiter, ob allen Asterideneiern ein Follikelepithel zukomme? Soweit, wie es erlaubt ist, aus dem Bau des reifen Eies auf die Entwicklung des Eies zu schliefsen, so ist das Vorhandensein desselben sehr warscheinlich. Man findet bei allen Seesterneiern nach der Ablage eine äufsere gallertartige Schicht, welche zunächst noch radiäre Porenkanäle zeigt, die nach der Ablage nicht mehr so deutlich hervortreten. Durch diese äufsere Schicht (enveloppe muqueuse ou oolème pellucide) von Fol, gallertartige Schicht von Hertwig[3]), Eiweifsschicht von Joh. Müller[4]), struktur-

[1]) Ludwig, Eibildung im Tierreich. Würzburg, 1871.

[2]) Fol, Recherches sur le fécondation et le commencement de l'énogénie. in: Mém. soc. phys. de Genève. T. 26. 1879. pag. 101.

[3]) Hertwig, O. Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung u. Teilung d. tierischen Eies, in: Morpholog. Jarbuch, Band 4 1878 pag. 159.

[4]) Joh. Müller, Ueber die Larven und die Metamorphose der Echinodermen, 4. Abhandlung, pag. 41. Berlin 1852.

lose Haut von Hoffmann[1]) haften die Eier aneinander, durch sie hindurch dringt das Spermatozoum ein. Da, wo man nun diese Schicht bei Asteriden antrifft, liegt sie zwischen dem Dotter und dem Follikelepithel (Asterias rubens und glaciale) genau, wie bei den Holothurien es der Fall ist. Und es ist somit warscheinlich, dass bei allen Eiern das Follikelepithel bis zu einer gewissen Zeit vorhanden ist, dann geht es durch Schrumpfung verloren, und man findet es oft nur noch in Fetzen den Eiern anhängend.

Hertwig[2]) beschreibt diesen Vorgang am reifenden Ei von Asterias rubens in folgender Weise. Die durchsichtige gallertartige Schicht, welche das Ei umhüllt, ist auf ihrer Oberfläche von glatten Zellen bedeckt. Diese lösen sich bei der Reifung des Eies zuerst ab, die Gallerte quillt und die radiären Streifen gehen verloren. Die Zellen, welche Hertwig der Gallertschicht aufliegend beschreibt, sind die das Follikelepithel bildenden Zellen, die ich oben in ihrer Entstehung und Bau schilderte. Auf der Oberfläche des Dotters trifft man nach Hertwig eine zarte Membran an, die er noch der Gallertschicht zugehörig betrachtet. Diese Membran ist an reifen Eiern deutlich warzunehmen. —

Van Beneden hat zuerst auf die Aenlichkeit der Eier der Echinodermen mit denen der Säugetiere hingedeutet und die gestreifte äufsere Schicht als Zona pellucida bei der ersteren Gruppe der gleichen Schicht des Säugetiereies homologisirt. In wiefern dies berechtigt ist, darauf will ich im folgenden kurz zu sprechen kommen.

Wie ich oben nachgewiesen habe, entsteht das Follikelepithel aus Zellen des Keimepithels, welche der durch Gröfsenzunahme zum Ei heranreifenden Keimepithelzelle anhaften, sich später abplatten, so dass das Follikelepithel aus abgeplatteten Zellen zusammengesetzt wird, und die Gestalt einer dünnen Membran besitzt. Es entsteht somit das Follikelepithel der Asteriden und Holothurien in der gleichen Weise, wie es bei den Säugetieren der Fall ist. Hier, wie dort sind es Keimepithelzellen, welche das Follikelepithel zusammensetzen.

Ob nun die Zona pellucida in gleicher Weise bei Asteriden

---

[1]) Hoffmann, Beiträge z. Anat. d. Asteriden, in: Niederl. Arch. f. Zool. Band 2.

[2]) Hertwig, O. Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Teilung des tierischen Eies, in: Morpholog. Jarbuch. Band 4. 1878. pag. 159.

und Holothurien entsteht, wie bei Säugetieren, ist noch zu untersuchen. Dass sie aber auch bei ersteren als Produkt des Follikelepithels wird aufzufassen sein, dafür sprechen schon jetzt viele Tatsachen. Es tritt die Zona pellucida am wachsenden Ei als glashelle, homogene Lamelle auf, die sich mehr und mehr verdickt. In gleichem Schritt mit dieser Verdickung in der Zona pellucida plattet sich das Follikelepithel mehr und mehr ab. In kurzem treten die radiären Streifen hervor, die bisher als Porenkanälchen angesprochen worden sind. Behandelt man die Eier mit Chrom-Osmiumsäure und untersucht die Zona pellucida, so treten die radiären Streifen nicht wie Porenkanälchen hervor, sondern wie Plasmastränge, die mit den Follikelzellen und dem Ei zusammenhängen. Dass die Streifen in der Zona des Säugetiereies auch Intercellularbrücken zwischen Ei und Follikelepithelzellen sind, nicht aber Porenkanäle, hat Flemming[1]) als warscheinlich hingestellt. —

Im Ausfürgang der Geschlechtsorgane (Eileiter) hat Ludwig[2]) bei Asterina pentagona Drüsenzellen beschrieben, die eine Schicht unterhalb des eigentlichen Epithels bilden sollen. Er glaubte, dass diese sogenannten Drüsenzellen „das Sekret absondern, mit welchem die reifen Eier bei ihrer Ablage umhüllt werden“. Da aber das Sekret die Zona pellucida des Eies ist, und die Eier ein Follikelepithel besitzen (jedenfalls ist aufser bei Asterias und Astropecten dasselbe bei allen Asteriden vorhanden) und es im Eileiter folglich überhaupt nicht zu einer Sekretion zu kommen braucht so ist diese Ansicht nicht haltbar.

An der Wandung des Ausfürganges der Hodenschläuche habe ich dieselben Gebilde, wie sie Ludwig abbildet, wiedergefunden. Ihre zellige Natur ist mir jedoch sehr fraglich geworden. Es sind bald länglich ovale, bald kugelige Gebilde, „von heller homogener Beschaffenheit“, die oftmals Bindesubstanzzellen anhaftend tragen. Figur 60 auf Tafel VII zeigt dieselben *(x)*. Die Bindesubstanzschicht, die sich unterhalb des Epithels *(ep)* findet, besteht aus zwei Lagen, einer äufseren, in welcher Zellen und Fibrillen in der Grundsubstanz liegen, und einer inneren, durchaus homogenen. Nun bekommt man auf Schnitten Bilder, auf denen es aussieht,

---

[1]) vergl. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zellteilung, Leipzig 1882. pag. 37.

[2]) Ludwig, Asteridenabhandlung, Band 1 Morphol. Studien. pag. 197.

als ob sich Ballen derselben abschnürten x^1 und in das Epithel zu liegen kämen. Jedenfalls ist das als sicher auszusagen, dass es sich hier nicht um Zellen handelt. Diese Gebilde, denen oft eine Bindesubstanzzelle anhaften kann, haben ein ganz anderes Aussehen, als wir es sonst von Drüsenzellen gewont sind zu beobachten.

Die Ausfürgänge der Geschlechtsorgane hat Ludwig ausfürlich historisch in seinen Arbeiten behandelt, so dass ich nur auf dieselben zu verweisen habe.

Die Zellen im Enterocoel, Schizocoel und dem Wassergefäfssystem.

In der Flüssigkeit, welche sich in der echten Leibeshöle, dem Enterocoel, befindet, trifft man amöboid sich bewegende Zellen an. Dasselbe gilt für das Wassergefäfssystem. Da letzteres vollkommen abgeschlossen ist vom Enterocoel und keinerlei Communication zwischen denselben besteht, so sind auch die in ersterem vorkommenden Zellen besonderen Ursprungs. Weiter kommen Wanderzellen im Schizocoel vor und in der Bindesubstanz und endlich im Blutlakunensystem. Inwiefern alle diese Wanderzellen etwa morphologisch gleiche Bildungen sind, das wollen wir weiter unten erörtern.

Ueber die Zellen im schlauchförmigen Kanal hat sich Hoffmann [1]) geäufsert. Er beschreibt dieselben als verästelt bis rund, ihr Protoplasma als fein granulirt. Sie haben einen Durchmesser von 0,003—0,010 mm und liegen oft in Haufen zusammengepackt. Diese im schlauchförmigen Kanal sich findenden Zellen stimmen überein mit den Zellen in der Leibeshölenflüssigkeit und den Schizocoelbildungen.

Bringt man vom lebenden Tier die Leibeshölenflüssigkeit auf den Objektträger, so fällt auf, dass dieselbe getrübt erscheint. Diese milchartige Trübung rürt von den Zellen in derselben her. Durchmustert man den Tropfen Leibeshölenflüssigkeit, so trifft man bald einzelne Zellen an, bald ganze Pakete von zusammengeballten Zellen. Sämmtliche Zellen zeichnen sich durch ihre feinen, dünnen, oft das dreifache des Zellkörpers an Länge übertreffenden Pseudopodien aus. Die Gröfse dieser Zellen beträgt one die Pseudo-

---

[1]) Hoffmann, pag. 21 in: Zur Anatomie der Asteriden, Niederl. Acd. f. Zool. Band 2. 1873.

podien zwischen 0,007 und 0,010 mm. Die Gestalt ist sternförmig. Die Pseudopodien sind meist unverzweigt, doch kann man, wenn auch selten, gabelförmig geteilte antreffen. Ihre Bewegung ist eine sehr langsame. Nach Zusatz von Essigsäure, Chromsäure, Osmiumsäure werden sie langsam zurückgezogen, und erscheint dann die Zelle als oval oder rund.

Im frischen Zustande unterscheidet man in der Zellsubstanz hier und da eine verwachsene Zeichnung, die auf einzelne Fäden zurückfarbar ist, wie die Betrachtung vermittels Zeifs Oelimmersion zeigt. Aufserdem treten stark lichtbrechende Körnchen im Zellsaft hervor. Sobald man nun Osmiumsäure anwendet, kann man in der Zellsubstanz deutlich ein Netz- oder Maschenwerk sehen, welches von der Filarmasse gebildet erscheint. Figur 67 auf Tafel 7 zeigt eine solche Zelle, welche ihre Pseudopodien fast sämmtlich eingezogen hat. Ob die Stränge in der Tat, wie Frommann es bei verschiedenen Zellen beschrieben hat, ein in sich zurücklaufendes Netzwerk bilden, oder aber nur, wie es in der Zellsubstanz der lebenden Zelle sich zeigt, one Verbindung untereinander gelagert erscheinen, lasse ich dahingestellt. Der Zellkern ist stets von kreisrunder Gestalt. Im Centrum tritt bereits one Reagentien ein Nucleolus deutlich hervor. Weitere Differenzirungen in dem Kerninhalt konnte ich nicht unterscheiden. Bei Essigsäurezusatz zeigen sich Quellungserscheinungen in den Zellen, Vacuolen treten auf und die Zellsubstanz ist strangförmig vom Kern ausgehend zwischen denselben gelagert. — Diese Zellen der Leibeshöle trifft man auf den Schnittserien als ovale, einen runden Kern besitzendes Gebilde an, die sich nur schwach mit Farbstoff tingiren. Die Pseudopodien sind sämmtlich eingezogen und nichts erinnert mehr an ihre frühere Existenz. Da nun das Schizocoel mit dem Lumen des schlauchförmigen Kanales — wie ich oben auseinandergesetzt habe — in Verbindung steht, so ist die Voraussetzung, dass die Zellen des Schizocoels mit denen der Leibeshöle übereinstimmen möchten, sehr wahrscheinlich als richtig zu erklären. In der Tat stimmen die Wander-Zellen im Schizocoel überein mit denen des Enterocoels.

Oft sind die Schizocoelholräume der dorsalen Körperwand vollgefüllt mit unseren Zellen, so dass man auf weite Strecken das Schizocoel selbst nicht warnimmt. An anderen Stellen trifft man wiederum nur wenige an, so in den Längskanälen der Ventralwand. In den Schizocoelräumen liegen die Zellen oft der Wandung an, oft aber scheinen sie aus der Bindesubstanz im Begriffe

zu sein auszuwandern und in das Schizocoel einzudringen. Vergleicht man nun weiter die Wanderzellen der Bindesubstanz mit den im Schizocoel flottirenden Gebilden, so fällt die Uebereinstimmung im Bau beider überein. Der Kern ist in beiden Formen von gleicher Gröfse. Der Zellleib selbst erleidet jedoch in den Wanderzellen der Bindesubstanz in seiner Gröfse verschiedene Variationen. Er kann zwischen 0,00427 und 0,00857 mm grofs sein. Der Inhalt der Zellen ist (auf Schnitten betrachtet) stark granulirt und jedenfalls stärker granulirt als der der Zellen des Enterocoels.

In der Bindesubstanz junger Tiere sind die Wanderzellen sehr verbreitet. An ganz kleinen Asterien ist es oft schwer, zwischen ihnen und den Bindesubstanzzellen, die zu Fasern auszuwachsen im Begriff sind, zu unterscheiden. Anders natürlich an ausgewachsenen Tieren, wo die Bindesubstanzfibrillen längst gebildet sind und die Zellen oft kaum kenntlich erscheinen und nur der Kern deutlich hervortritt.

Aufser den Zellen des Enterocoels und Schizocoels habe ich die in den Blutlakunen sich findenden Zellen zu erwänen. Bei der Schilderung des Baues der Holothurien habe ich die Blutkörperchen in den Lakunen in ihrer Bewegung nicht geschildert. Ich hole dies hier nach und gehe zugleich auf ältere Litteraturangaben mit ein. Die Blutzellen in den Lakunen der Holothurien hat ausfürlich zuerst Haeckel[1]) beschrieben. Ihre Bewegung wird uns als amöboid und bei Astropecten, Echinus und Holothuria im Allgemeinen als übereinstimmend geschildert. Bei den ersten beiden Formen ist es jedenfalls die Leibesflüssigkeit mit ihren Zellen gewesen, welche Haeckel bei seiner Beschreibung im Auge gehabt hat. Die feinen Pseudopodien, das Verhalten des Kerns, das Absterben der Zelle und das Einziehen der Fortsätze wird ausfürlich dargestellt.

Die Zellen in den Blutlakunen habe ich nur auf Schnitten untersuchen können. Da die Lakunen in bindegewebigen Septen verlaufen, die das Schizocoel durchsetzen, so ist es geradezu unmöglich — wenigstens bei Asterias rubens und glacialis — den Inhalt derselben allein, unvermischt mit der Schizocoelflüssigkeit, zu erlangen. Ich muss mich daher auf die Schilderung der Blutkörperchen im toten Zustande beschränken, wie sie sich auf Schnittserien dar-

---

[1]) Haeckel, Die Radiolarien, Eine Monographie. Berlin, 1862. pag. 103 Anmerkung 2. —

stellen. Von Pseudopodien ist dann nichts mehr warzunehmen. Die Gestalt der Zelle ist rundlich, oval und trägt einen kreisrunden Kern im Inneren. Dieser zeigt stets in seiner Mitte ein deutlich hervortretendes Kernkörperchen. Die Zellsubstanz dieser hüllenlosen Gebilde ist an mit Chromsäure injicirten und getöteten Tieren nur schwach granulirt. Ihre Gröfse variirt zwischen 0,00714 und 0,00857 mm. Sie sind somit, was ihre Gröfse anlangt, nicht unterscheidbar von den Inhaltszellen des Schizocoels und den Wanderzellen in dem Wassergefäfssystem, zu denen ich mich jetzt wende. Untersucht man an einem lebenden jungen Asterias die auf der Bauchfläche sich findenden Füfschen, so sieht man, wie in dem Lumen derselben runde bis ovale Gebilde lebhaft in einer Flüssigkeit flottiren. Schneidet man ein solches Füfschen auf und untersucht den Inhalt, so trifft man auf Zellen, die sich durch die gleichen Pseudopodien, wie wir sie an den Zellen des Enterocoels kennen gelernt haben, auszeichnen. Die Zellen tragen aufserdem oft ein körniges Pigment, welches dem änelt, welches sich in den Zellen findet, welche in den Tiedemannschen Körpern angehäuft liegen.

Die Gröfse der Zellen schwankt zwischen 0,00571 und 0,00857 mm. Ihr kugeliger Kern mit constant vorhandenen central gelegenen Nucleolus misst 0,00286 mm.

Am Ende des Steinkanales (der gleichfalls voller Wanderzellen sein kann), da, wo derselbe übergeht in das Porenkanälchen, fand ich an jungen Asterien von 2,5 mm Durchmesser unsere Zellen in Ballen liegend, ja selbst in der Oeffnung der Madreporenplatte (wie ich oben geschildert habe, ist an jungen Tieren von der angegebenen Gröfse nur eine Oeffnung vorhanden) lagen Wanderzellen. Leider konnte ich nicht eruiren, ob es mit Pigment angefüllte Zellen waren, also Zellen, die den in den Tiedemannschen Körpern sich findenden gleichen. Ich habe jedoch die Ueberzeugung, dass durch den Steinkanal nicht blos Wasser aufgenommen wird in den Seesternkörper, sondern dass auch durch Steinkanal und Madreporenplatte Excrete aus dem Körper nach aufsen entleert werden können, und zwar die Excrete, die in den Chromatogenzellen angehäuft sind. Hierbei kann es vorkommen, dass solche Zellen sammt ihrem Inhalt selbst mit durch die starke Wimperung der Porenkanäle nach aufsen getrieben werden. Denn dass die Wimperung im Steinkanal vor allem nicht blos nach einer Richtung erfolgt, etwa nur von aufsen nach innen — das kann man, meiner Meinung nach, bereits aus dem complicirten Bau des-

selben schliefsen, indem immer zwei Zellsorten sich ihrer Gröfse nach unterscheiden lassen, nämlich grofse Zellen mit sehr langen Wimpern, und kleinere Zellen mit kurzen Wimperharen auf den Lamellen, und Faltenbildungen, die in das Lumen des Steinkanales hineinragen (siehe die Figuren).

Ich habe oben von Chromatogenzellen in den Tiedemannschen Körpern gesprochen. Diese Zellen sind voll von denselben Farbstoffkügelchen, wie sie die Zellen im Chromatogenorgan tragen. Es scheint, dass in diesen Anhangsgebilden am Ringkanal die Excrete abgesondert werden, von den hier angehäuften Zellen aufgenommen werden und durch den Steinkanal und die Madreporenplatte nach aufsen befördert werden.

Ueber die Entstehung der Wanderzellen liegen Beobachtungen von Selenka[1]) vor. Bei Synapta entstehen die Zellen aus dem Epithel der Holräume, in denen sie sich finden, in der Leibeshöle aus dem Peritonealepithel, im Wassergefäfssystem aus den Zellen der Wandung, die sich losschnüren. Bei Asteriden trifft man gleichfalls auf Bilder, welche in dieser Weise zu deuten sind. Ich fand oft Wanderzellen mit dem Peritonealepithel in Verbindung stehend; es sah dann aus, als wären die Zellen aus dem Epithel hervorgeknospt.

Die Tatsache, dass die Wanderzellen aus Zellen des Peritoneums entstehen, sollte in ihrer Benennung zur Vorsicht ermanen. Ich habe es deswegen auch vermieden, von „lymphoiden Zellen“ zu sprechen, auch den Zellen im Schizocoel habe ich nicht diesen Namen beigelegt. Solange wie wir über die Funktion dieser Gebilde nicht im klaren sind, soll man nicht von der Wirbeltieranatomie her Namen entlehnen, sondern lieber neue Namen zu Hilfe nehmen. Später ist es dann am Platz, wenn genau Entwicklung und Funktion des Gebildes bekannt ist, diesen Namen wieder fallen zu lassen. Bis dahin wird ein solcher Name aber sicher bessere Dienste tun, als die entlehnten Bezeichnungen, durch welche immer nur Verwirrung angerichtet wurde. Aus diesem Grunde habe ich die fraglichen Zellen im Holothurienkörper als als Plasmawanderzellen beschrieben, nicht aber etwa als lymphoide Zellen, oder „Blutzellen des Wassergefäfssystemes“ etc. Wärend die Wanderzellen im Enterocoel und Hydrocoel losgelöste Epithelzellen sind, können wir für die Wanderzellen im Schizocoel

[1]) Selenka, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Tiere. 2tes Heft. Die Keimblätter der Echinodermen, 1883. Wiesbaden.

und in der Bindesubstanz, wie in den Blutlakunen, die ja ebenfalls nur Lücken und Spalten in der Bindesubstanz vorstellen, wol die letztere als Bildungsstätte annehmen. Es sind dieselben Bindesubstanzzellen, die nicht zu Fibrillen ausgewachsen sind, sondern eine andere Funktion ausüben. Dabei ist jedoch nicht zu übersehen, dass man mit voller Sicherheit überhaupt nicht den Ursprung jeder Wanderzelle feststellen kann. Denn Wanderzellen aus dem Schizocoel können zweifelsone die Körperwand durchbrechen und vermöge ihrer Pseudopodien beispielsweise in das Enterocoel gelangen. Und dann ist zu bedenken, dass, wie ich oben zeigte, die Schizocoelbildungen mit dem schlauchförmigen Kanal in Communication stehen und dieser wieder mit dem Enterocoel, sodass also eine Bindesubstanzwanderzelle auch auf passive Weise in das Enterocoel gelangen kann. —

Eine weitere Gruppe von Wanderzellen sind die Chromatogenzellen des gleichnamigen Organes und des dorsalen Excretionssystemes. Im Chromatogenorgan und den mit den Blutlakunen verlaufenden Kanälen befindet sich eine die Holräume auskleidende Zellschicht, deren Zellen sich loslösen und in den Kanälen flottiren können. Sie sind es, welche die Blutlakunen (den dorsalen Ring und die zehn Geschlechtslakunen) äufserlich kenntlich machen [1]). Da ich bereits oben diese Zellen genau geschildert habe, so lasse ich es hier nur an einer kurzen Bemerkung bewenden. Ob diese Zellen mesenchymatösen oder aber mesoblastischen Ursprunges sind, wie die Chloragogenzellen bei Lumbriciden etc., das lasse ich dahingestellt sein.

V. Abschnitt.

Die Muskulatur.

Am stärksten zeigt sich die Muskulatur des Seesterns in der Körperwandung entwickelt. Wärend nach früherer Darstellung

---

[1]) Da die Zellen in den Blutlakunen farblos sind, würde man letztere, da sie in Schizocoelholräumen verlaufen, äufserlich überhaupt nicht erkennen können Die rötliche Farbe, die man bei der Flächenansicht der dorsalen Körperwand des Asterias da, wo die Blutlakunen verlaufen, warnimmt, rürt nur her von den Chromatogenzellen in den Kanälen, welche centralwärts gelegen von den Blutlakunen verlaufen, wie ich schon oben beschrieben habe.

dies nicht der Fall zu sein schien, habe ich bereits bei der kurzen Darstellung des Baues der Körperwand das Gegenteil darzutun versucht (vergl. oben). Bereits Hoffmann[1]) hat Muskelbündel in der Rückenhaut beschrieben, und zwar fünf in radiärer Richtung verlaufende, welche in die Arme ausstralen sollen[2]). Durch die Contraction derselben sollte bewirkt werden, dass die Spitzen der Arme nach oben umgekehrt würden. Dass wir aber bei den Asteriden einen Hautmuskelschlauch, wie bei den Anneliden beispielsweise, vor uns haben, der aus einer äufseren Rings- und einer inneren Längsmuskelschicht besteht, war bisher unbekannt. Der Hautmuskelschlauch erleidet auf der Ventralseite durch die Wirbel eine Unterbrechung, wie Figur 1. Tafel I zeigt.

Weiter treffen wir im Darmtractus eine Rings- und nach aufsen von ihr eine Längsmuskelschicht. In den Mesenterien ist eine Schicht von Muskelfasern vorhanden, desgleichen in der Wandung des schlauchförmigen Kanals und in den Geschlechtsorganen. In den Kiemenbläschen ist Längs- wie Ringsmuskelschicht, entwickelt, wärend in allen zum Wassergefäfssystem gehörigen Teilen nur eine Muskelschicht sich findet, also auch in den Saugfüfschen. Dann sind die die Wirbel der Ventralwand bergenden Muskeln zu erwänen.

Ihrer Entstehung nach gliedert sich die Muskulatur der Asteriden in zwei Gruppen.

Die erste Gruppe ist die Muskulatur epithelialen Ursprungs. Hierhin gehört die Längsmuskelschicht der Körperwand. Die

---

[1]) Hoffmann, Zur Anatomie der Asteriden, pag. 3.

[2]) Jene von Hoffmann beschriebenen, in radiärer Richtung verlaufenden Muskelbündel sind Verdickungen in der Längsmuskelschicht, wie Querschnitte durch einen Arm zeigen. Es treten diese Längsmuskelstränge in ziemlich regelmäfsiger Weise auf. Bei Asterias rubens kann man einen centralen und zwei seitliche unterscheiden. Die centralen Verdickungen in der Längsmuskelschicht, die sich eben als Stränge darstellen, stofsen im Centrum der Scheibe zusammen. Bei Astropecten aurantiacus zeigt die innere Fläche der Rückenwand mit blofsem Auge betrachtet ein centrales Muskelband mit zwei von ihm sich abzweigenden seitlichen Strängen. Der Schluss, dass die gesamte Muskulatur des Armes nur aus diesen drei Muskelbändern besteht, ist irrig, wie Querschnitte durch den Arm zeigen. Auch bei dieser Art ist eine Rings- und Längsmuskelschicht vorhanden, und die Muskelbänder sind nur longitudinale Verdickungen in der letzteren. Die von Ludwig vertretene und nur auf die äufsere Ansicht gegründete Meinung von der Muskulatur der Asteridenarme ist somit nicht annehmbar. —

Muskulatur des Wassergefäfssystems, der Kiemenbläschen, der Wandung des schlauchförmigen Kanales und der Mesenterien.

In die zweite Gruppe gehören die Muskelfasern mesenchymatösen Ursprungs. Das sind alle in der Bindesubstanz gelagerten Muskeln, wie die zwischen den Kalkwirbeln ausgespannten Fasern (auch der Pedicellarien), die Ringsmuskelschicht der Geschlechtsorgane und warscheinlich die Ringsmuskelschicht der Körperwand mit ihren Fortsätzen zu den Kalkstücken in der Rückenwandung.

Der Bau der ausgebildeten Muskelfaser lässt teilweise mit voller Sicherheit auf die Natur ihrer Entstehungsweise schliefsen, dann ist es aber auch die Lagerung, welche Rückschlüsse zulässt.

Epitheliale Muskelfasern

sind vor allem im Wassergefäfssystem zu constatiren. Hier ist ihre epitheliale Entstehungsweise längst bekannt.

Am jungen, 1 — 2 mm im Durchmesser grofsen Asterias rubens gelingt es, die Entstehungsweise der Muskelfasern ziemlich leicht nachzuweisen.

Untersucht man die Wandung des schlauchförmigen Kanales, so trifft man in ihr, parallel zu seiner Axe, längsverlaufende Muskelfasern an. Diese sind noch im Zusammenhang geblieben mit den Epithelzellen. Jede Epithelzelle hat an ihrer basalen Seite eine einzige glatte Muskelfaser ausgeschieden. Diese Fasern sind von ziemlicher Länge, und da sie, eng aneinander gelagert, streng parallel zu einander verlaufen, so bilden sie eine Schicht. Die Muskelzellen nehmen somit noch an der Begrenzung der Oberfläche der Wandung des Kanales Teil, sind somit als Epithelmuskelzellen zu bezeichnen. (vergl. Fig. 50 Taf. VI.)

Untersucht man aber die Wandung an gröfseren Tieren, so trifft man die Längsmuskelfasern tiefer liegend an, oft in die Bindesubstanz eingebettet. Die Muskelzellen haben hier ihre epitheliale Lagerung aufgegeben. Man findet an den Muskelfasern den Zellkern anhängend; vom Zellleib ist nichts mehr nachzuweisen, oder doch nur selten Spuren zu erkennen in Gestalt von einer granulirten Substanz, die dem Kern anliegt. Dass auch die übrige epitheliale Muskulatur sich auf diese Weise bildet, ist anzunehmen. Nur fragt es sich, ob die Muskelzellen noch so lange Zeit, wie es hier der Fall ist, ihre epitheliale Lagerung beibehalten, oder aber dieses Entwicklungsstadium schnell durchlaufen wird.

Die epitheliale Muskelfaser ist glatt und zeigt nur äufserst selten eine feine Längsstreifung. Sie ist an ihren Enden spindlig zulaufend und erscheint auf dem Querschnitt rundlich bis oval, je nach ihrem Contractionszustande und der Conservirung.

Der Zellkern, von nur wenig Plasma umgeben — meist ist dasselbe gar nicht mehr nachweisbar — liegt im Centrum der Muskelfaser. Er ist von länglich ovaler Gestalt und trägt meist ein Kernkörperchen deutlich in seiner Mitte. Seine Länge beträgt etwa 0,00571 mm; seine Breite 0,2856 mm. Die Fasern färben sich sehr stark mit Carmin und unterscheiden sich hierdurch von den Bindesubstanzfibrillen, die sich garnicht färben oder doch nur mit Pikrokarmin hell-rosa tingiren.

Epitheliale Muskelfasern aus dem Wassergefäfssystem hat früher Weismann[1]) beschrieben, und zwar aus der Wand eines Ambulacralbläschens. Er fand hier dünne, lange, an den Enden in mehrere Spitzen ausfarende Muskelzellen, die einen blassen Kern erkennen liefsen und bandartig aussahen. Es stand ihm jedoch zur Untersuchung nur ein Spiritusexemplar eines Asterias rubens zur Verfügung.

Schwalbe[2]) untersuchte bei mehreren Arten die Muskelfasern. Ich komme auf seine Angaben weiter unten zu sprechen.

Mesenchymatöse Muskelfasern.

Im Gegensatz zu den eben besprochenen Muskelfasern, entstehen die mesenchymatösen Fasern aus Mesenchymzellen, also aus Zellen, welche auch die Bindesubstanz bilden.

Die zwischen den Ambulacralwirbeln der ventralen Körperwand ausgebreiteten Quer-Muskeln, sowie die in den Pedicellarien sich findenden sind aus Bindesubstanzzellen gebildet, denn zur Zeit, als die letzt genannten Organe angelegt werden, ist die typische Bindesubstanz bereits ausgebildet.

---

[1]) Weismann, Ueber die zwei Typen contractilen Gewebes und ihre Verteilung in die grofsen Gruppen des Tierreichs, sowie über die histologische Bedeutung ihrer Formelemente, in Zeitschr. f. rationelle Medicin. 15. Bd. 3. Reihe. 1862. p. 60. Hoffmann citirt Weismanns Angabe und verweist irrtümlich auf eine Abhandlung desselben, in welcher kein Wort über Asteridenmuskulatur sich findet, nämlich Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 23 p. 26. 1865.

[2]) Schwalbe, Ueber den feineren Bau der Muskelfaser wirbelloser Tiere in: Schultzes Archiv f. mikroskop. Anatomie. Band 5. 1869. pag. 205.

Dasselbe gilt jedenfalls auch von der Ringsmuskelschicht der Körperwand, welche spät entsteht und an sehr jungen (1—2 mm) Seesternen entweder noch garnicht vorhanden, oder doch erst im Entstehen begriffen ist. —

Isolirt man Quermuskelfasern von einem jungen Tiere oder untersucht man dieselben auf Schnitten, so findet man, dass die einzelnen Muskelfasern unverzweigt verlaufen. Jeder Muskelfaser liegt ein Kern von länglicher Gestalt aufsen an. Es sind die Zellen zu Fasern ausgewachsen, der Kern jedoch ist im Centrum derselben peripherisch liegen geblieben [1]). Er misst im Längsdurchmesser 0,0042—0,0048 mm, seine Breite beträgt 0,00284 mm (am Asterias von 1,5 ctm Durchmesser).

Die Dicke der kreisrunden Fasern beträgt bei mäfsiger Contraction zwischen 0,00142—0,00214 mm.

An ihren Enden sind die in einem Bündel zu einander parallel verlaufenden Fasern zerfasert, um in der Bindesubstanz sich zu verzweigen, in welcher die Kalkwirbel liegen. Man findet die Enden in drei, vier oder mehrere Ausläufer geteilt (vgl. Fig. 68). Die Länge dieser Muskelfasern ist sehr variabel; sie sind viel kürzer als die epithelialen Ursprungs. —

Diese Muskelfasern färben sich in gleicher Weise wie die epithelialen. Sie nehmen den Farbstoff sehr stark auf. Schwalbe [2]) hat Muskelfasern von Asteriscus und Asteracanthion untersucht und zwar offenbar Quermuskeln von Ambulacralwirbeln. Er fand dieselben, in Kali bichromaticum untersucht, verästelt. Die von ihm beschriebenen Gebilde an denselben konnte ich nicht finden, und glaube ich sie wol für Kunstprodukte halten zu müssen, eine Ansicht, welche Schwalbe selbst für warscheinlich hält. Jedenfalls habe ich sie an mit Chrom- oder Osmium-Essigsäure conservirten Muskeln nicht angetroffen. —

Denselben Bau wie die in der ventralen Körperwand in der

---

[1]) Selenka hat an Synaptalarven beschrieben, wie Mesenchymzellen zu Muskelfasern auswachsen und der Kern peripherisch liegen bleibt. Im ersten Heft pag. 37 habe ich nachgewiesen, dass auch am ausgewachsenen Tiere diese Muskeln von denen epithelialen Ursprungs unterschieden werden können (s. Taf. II Fig. 25). Ich habe an dieser Stelle den Kern als im Inneren der Faser liegend beschrieben. Nachdem ich jetzt von neuem Präparate angefertigt habe, bin ich jedoch zu dem Resultat gekommen, dass derselbe peripherisch liegt. Uebrigens stimmen auch hiermit die Bilder, welche ich auf erwänter Tafel gegeben habe überein.

[2]) a. a. O.

Bindesubstanz gelagerten Muskelfasern besitzen die Fasern in den Pedicellarien. Dass wir auch diese als mesenchymatöse Gebilde aufzufassen haben, geht aus ihrer Lagerung bereits unzweifelhaft hervor. Auch diese Fasern sind an ihren beiden Enden zerfasert, indem sie mit diesen Fasern in der Bindesubstanz verlaufen und sich anheften.

Im Anschluss an die mesenchymatösen Muskelfasern schildere ich die Ringsmuskulatur der Körperwandung und die

Muskeln in der Bindesubstanz der dorsalen Körperwand.

Wenn ich die Ringsmuskulatur der Körperwand als nach dem mesenchymatösen Typus gebaut vermute, so geschieht dies wegen der eigentümlichen Verzweigung von Muskelbündeln in der Cutis. Wie schon Ludwig [1]) beschrieben hat, wird das Hautkanalsystem in der Rückenwand von Strängen durchzogen, welche „die innere Lamelle“ mit der äufseren verbinden soll. Wie ich oben gezeigt habe, verläuft das Hautkanalsystem oberhalb des Hautmuskelschlauches, und wird die sogenannte innere Lamelle von letzterem gebildet. Die Stränge sind nun nicht bindegewebiger Natur, sondern sind Bündel von Muskelfasern, welche von der Ringsmuskelschicht ausgehen, in die Cutis eintreten und an die Kalkgebilde derselben herantreten und sich hier anheften.

Figur 1 auf Tafel I zeigt den Verlauf dieser Muskelstränge und ihr Herantreten an die Kalkstücke in der Cutis. Ein Verticalschnitt, durch einen Arm rechtwinklig zur Armaxe gelegt, zeigt ein Bild, wie es in Figur 46 auf Tafel V wiedergegeben ist. Von der Cutis ist nur ein Teil gezeichnet, und zwar die sternförmigen Bindesubstanzzellen, zwischen deren Fortsätzen die Kalkstücke gelagert sind.

Aus der Ringsmuskelschicht (rm) entspringen die Muskelfasern, zu einem Bündel zusammengetreten, und durchsetzen das Schizocoel, treten in die Cutis ein und lassen sich hier bis an ein Kalkgebilde verfolgen. Die Muskelfasern sind von ziemlicher Länge und besitzen einen länglich ovalen Kern, welcher der Muskelfaser aufliegt. Am Kalkstück angelangt, geschieht die Anheftung auf folgende Weise. Jede Muskelfaser ist hier an ihrem Ende in viele Ausläufer zerfasert, welche direkt überzugehen scheinen in die Fortsätze der sternförmigen Zellen, oder doch an ihnen

---

[1]) Ludwig, Asteriden, in: Morphologische Studien pag. 200.

anheften. Das ist schwierig zn entscheiden, da sich die Bindesubstanzfibrillen gar nicht oder doch nur äufserst schwach tingiren und sich in Folge dessen schwer verfolgen lassen. Jedenfalls ist aber das eine sicher, dass die Anheftung in gleicher Weise geschieht, wie die der Quermuskeln der Ambulacralwirbel. Und wie dort eine Bewegung der einzelnen Wirbel durch die Muskeln bewirkt wird, so ist das auch hier der Fall. Die Kalkgebilde der Dorsalwand sind in gleicher Weise beweglich, wie die der Ventralwand. Dass diese Bewegung jedoch nur in einer Verschiebung der einzelnen Kalkstücke zu einander bestehen wird, ist wol aus ihrer Lage anzunehmen. Bei der Bewegung des Tieres, vor allem bei dem Aufwärts- oder Abwärtsbewegen der Arme, muss eine Verschiebung derselben auch von Nutzen sein.

Stellen wir uns aber einmal vor, dass die Muskelstränge sich contrahiren, so wird hierdurch ein Schliefsen der Schizocoelräume des Hautkanalsystems stattfinden müssen, und beim Ausdehnen der Muskeln wird die Flüssigkeit in dieselbe wieder zurückkehren. Da, wie ich oben auseinandersetzte, die dorsalen Schizocoelräume wie die ventralen (medianer Perihämalraum und laterale Kanäle) mit dem Holraum des schlauchförmigen Kanales communiciren, wird eine Erneuerung der Flüssigkeit von demselben aus zum Teil auf die Wirkung dieser Muskelbündel zu setzen sein. Auf diese Weise wird eine Leerung und Füllung der Schizocoelräume durch die Muskelstränge bewirkt, die sonst nicht denkbar wäre, da keine Wimpern sich in den Schizocoelräumen finden, die die Fortbewegung der Flüssigkeit zu regeln im Stande wären. —

An jungen Formen sind die Muskelstränge nur schwach entwickelt. An ausgewachsenen Asterien sieht man oft eine ganze Anzal an die grofsen Kalkstücke der Cutis herantreten. Man kann annehmen, dass an 60—80 Muskelstränge an ein Kalkstück herantreten. —

VI. Abschnitt.

Die Bindesubstanz.

Die Bindesubstanz des jungen, etwa 2 mm oder darunter grofsen Asterias zeichnet sich durch ihre Einfachheit vor der des geschlechtsreifen Tieres aus.

Die Bindesubstanz der Asteriden ist als fibrilläre zu bezeichnen. Sie tritt in der Körperwand am mächtigsten entwickelt auf, indem sie den gröfsten Teil derselben bildet.

Um dieselbe im frischen Zustande zu untersuchen, eignen sich die Mesenterien am besten, da dieselben keinerlei Kalkbildungen besitzen.

Es besteht die typische fibrilläre Bindesubstanz eines Asterias vom Durchmesser 1—2 mm aus spindelförmigen oder sternförmigen Zellen, welche Ausläufer entsenden, die in der durchaus homogenen Grundsubstanz, Intercellularsubstanz, verlaufen. In grofser Menge kommt noch eine zweite Zellart hinzu, die als Wanderzellen zu bezeichnen sind. Bei den Holothurien[1]) (Heft 1) habe ich für diese in der Bindesubstanz vorkommenden Wanderzellen den Namen Plasmawanderzellen eingefürt an Stelle der von Semper gebrauchten „Schleimzellen."

Ich habe diesen Namen für alle Wanderzellen gebraucht, glaube jedoch, dass es besser ist, ihn zu beschränken auf die in der Bindesubstanz vorkommenden. —

Die spindligen Bindesubstanzzellen sind an ihren beiden Polen in je einen Ausläufer ausgewachsen. Die einzelnen Ausläufer verbinden sich hier und da mit einander, im Allgemeinen verlaufen sie jedoch getrennt. Aufser diesen spindligen Zellen kommen sternförmige vor. Es setzen sich letztere Zellen in drei oder mehr Fibrillen fort. Ihre Gröfse ist sehr verschieden, wie ein Blick auf Figur 44 und 45 (Tafel V) lehrt. Letztere Figur zeigt beide Arten von Zellen. Die Kerne derselben sind je nach der Gestallt der Zelle wechselnd, bald oval, bald kreisrund.

Als mittlere Gröfse der Bindesubstanzzellen kann 0,00285—0,00428 mm angegeben werden. Da keine Grenze besteht zwischen Zelle und Ausläufer, so ist es auch sehr schwierig, den Zellleib exakt messen zu können. Es haben die angegebenen Mafse somit nur eine bedingte Giltigkeit.

Am besten sind unsere Zellen mit ihren Ausläufern an mit Essigkarmin oder mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten zu studiren, wenn das Tier vorher mit Chrom-Essigsäure behandelt und nachher längere Zeit (bis 24 Stunden) in destillirtem Wasser ausgewaschen wurde. Mit Pikrokarmin gefärbt, nehmen die Fibrillen einen rosa Ton an. Fig. 31 auf Tafel IV zeigt die Bindesubstanz in der

---

[1]) Heft 1 pag. 55.

[2]) Asteriden l. cit. p. 2.

Leibeswand eines sehr jungen Tieres. Hier fällt die geringe Menge der Zellen auf, welche in der Intercellularsubstanz sich ausbreiten. Fig. 33 giebt uns ein Bild von dem Vorkommen der Wanderzellen. Oft finden sie sich in gröfserer Menge vor. Ihre Fortsätze, mit denen sie sich amöbenartig bergen, sind beim Absterben sämmtlich eingezogen, so dass ihre Gestalt jetzt kugelig oder eiförmig erscheint. Immer ist ihr Inhalt feingekörnt und färbt sich fast gar nicht. Nur der kugelige Kern nimmt die Farbe intensiv auf.

Mit dem Wachstum des Tieres nimmt die Bildung von neuen Zellen und Fibrillen zu. Untersucht man Asterias von etwa 2—5 ctm. Durchmesser, so sieht man, wie in der Körperwand die Fibrillen, die auch hier immer nur Ausläufer von Zellen sind, dicht gedrängt sich verfilzend und in derselben Richtung verlaufend angeordnet sind, und die Grundsubstanz vollkommen von ihnen angefüllt wird. Hier sind die Zellen dann meist von spindeliger Gestalt.

Einen abweichenden Charakter besitzt die Bindesubstanz an denjenigen Stellen, wo sie Kalkgebilde einschliefst. Das ist vorzugsweise der Fall in der ventralen und dorsalen Körperwand. In letzterer liegen die Kalkstücke vereinzelt, und ist an mit Säure behandelten Präparaten, aus denen der Kalk entfernt worden ist, an den Stellen, wo die Kalkstücke gelegen haben, folgendes zu sehen.

Die Bindesubstanz besteht an den Kalkgebilde bergenden Teilen aus mit einander anastomisirenden Zellen. Diese sind von sternförmiger Gestalt. Meist vier oder mehr Ausläufer gehen von einer Zelle aus, um sich mit den Ausläufern einer benachbarten zu verbinden. (Fig. 46 Taf. V) Auf diese Weise wird ein engmaschiges Netzwerk hergestellt. Ist dasselbe vom Kalkstück ausgefüllt, so gehen die einzelnen Zellenausläufer durch die Poren desselben, wie man an Schnitten durch die noch unentkalkte Körperwandung sehen kann.

In welcher Weise aber Muskelfibrillen mit diesen Zellen in Verbindnng treten, schilderte ich oben.

Die Bindesubstanz der gröfseren Tiere unterscheidet sich von der der jüngeren vor allem durch die grofse Anzahl der Fibrillen, sowie durch die gröfsere Stärke derselben. Es sind dieselben oft zu mehreren zusammengetreten und untereinander verfilzt. Die Intercellularsubstanz kann oft so stark von den Fibrillen, die mit einander verkleben, angefüllt sein, dafs dann die Bindesubstanz die Consistenz eines Knorpels haben kann. Diese Bildung trifft man

in der Rückenwand an. Im Steinkanal, den Mesenterien, im Chromatogen Organ herrschen die Fibrillen meist in einer Richtung verlaufend und sich nur selten verfilzend vor. —

Ueber die Bindesubstanz der Asteriden liegen nur wenige beiläufige Angaben vor von Teuscher, Hoffmann[1]) u. a., auf die ich kurz eingehen will. Nach letztgenanntem Autor besteht die Cutis aus Bindegewebsbündeln, die vollkommen mit denen des fibrillären Bindegewebes höherer Tiere übereinstimmen sollen. Zellige Elemente wurden gar nicht aufgefunden, was um so merkwürdiger ist, da sich die Kerne dieser Zellen, mit irgend welchem Färbemittel behandelt, intensiv färben, also leicht zu erkennen sind. Von Interesse ist die Angabe Hoffmanns, dass die Bindesubstanz der Asteriden nicht leimgebend ist.

Die Wanderzellen der Bindesubstanz variiren in ihrer Grösse bedeutend. An einem im Durchmesser 1 ctm. grofsen Asterias mafsen die kleinsten 0,0042 mm., die gröfsten 0,0096 mm. Der Zellinhalt nimmt nach Behandlung mit Chrom-Osmiumsäure und nachheriger Färbung mit Essigkarmin einen gelblichen Ton an. Er ist zumeist von Körnchen erfüllt oder doch fein granulirt. — Die Wanderzellen sind in der Körperwand sehr zahlreich vorhanden, oftmals in Trupps zusammengedrängt, dann wieder auf gröfsere Strecken nur spärlich verteilt.

---

[1]) Asteriden l. cit. p. 2.

Allgemeiner Teil.

I. Abschnitt.

Das Nervensystem der Echinodermen und Coelenteraten.

Die Elemente, welche das Nervensystem der Asteriden zusammensetzen, sind die Sinneszellen, die Nervenfasern und die Ganglienzellen. Die ersteren nehmen an der Begrenzung des Körpers nach aufsen Teil, sie sind Epithelsinneszellen, wärend die beiden übrigen Elemente in der Tiefe des Körperepithels, des Ektoderms, gelagert sind, mithin ihre Lagerung beibe halten haben da sie ektoblastischen Ursprunges sind.

Anders sind die Verhältnisse bei den Holothurien, wo das, Nervensystem aus dem Ektoblast in die Bindesubstanz (Mesenchym), zu liegen gekommen ist. Zugleich ist bei dieser Gruppe derjenige Teil des Körperepithels, in welchem die Nervenschichten verliefen mit in die Bindesubstanz zu liegen gekommen, und erklärt sich so der anscheinend abweichende Bau im Nervensystem. —

Die Nervenschicht verläuft bei den Asteriden um den Mund ringförmig in der Tiefe des Epithels, wärend in jeden Arm oder Strahl sich dieselbe fortsetzt als eine in der Mitte des Armes verlaufende Fasermasse, von welcher auf die Füfschen und nach dem ventralen Epithel Zweige abgehen. Unwillkürlich erinnert die Lagerung so wie das specielle Verhalten des Nervensystems an die Coelenteraten, wo wir dieselben Verhältnisse antreffen.

Durch die Arbeiten von Claus, Eimer und besonders der Gebrüder Hertwig sind wir genau über den histologischen Bau des Nervensystems der Medusen und Aktinien unterrichtet worden. Diesen Forschern gelang es den Nachweis zu bringen, dass bei den genannten beiden Gruppen das Nervensystem einen Teil der

Körperoberfläche darstellt, und mit seinen Bestandteilen dauernd dem Ektoderm angehört, dass also hier ein Zustand erhalten ist, welcher bei den übrigen Tieren nur vorübergehend beim Beginn ihrer Entwicklung sich findet.

Interessant ist es nun, dass wir in den Echinodermen einen zweiten Tierkreis vor uns haben, bei welchem dieselben Verhältnisse sich wiederfinden, wie bei den Coelenteraten. Doppelt interessant aber, da wir mit Bestimmtheit den Satz aussprechen können, dass die letzteren mit den ersteren in keinerlei Verwandtschaftsverhältnis stehen. Wir können also mit gröfster Sicherheit annehmen, dass sich das Nervensystem in beiden Gruppen unabhängig von einander entwickelt hat. Somit erfahren die Ansichten, welche man über die Entstehung des Nervensystems bei den Tieren überhaupt aufgestellt hat, sofern sie sich auf die Coelenteraten stützen, eine neue Bestätigung, indem eben ein und dieselbe Bildung zweimal unabhängig entstanden ist. Prüfen wir in Kürze die allgemeinen Sätze, welche die Genese des Nervensystems betreffen!

Als die primitivste Form desselben sehe ich mit O. und R. Hertwig [1]) denjenigen Entwicklungszustand an, bei welchem Sinneszelle, Muskel- und Ganglienzelle zugleich Epithelzellen sind. „Durch ihre Lage sind alle drei befähigt, direkt auf äufsere Reize zu reagiren; sie unterscheiden sich nur dadurch von einander, dass eine jede noch eine besondere Funktion in hervorragender Weise ausgebildet und daher auch morphologisch sich in divergenter Weise ausgebildet und daher auch morphologisch sich in divergenter Richtung differenzirt hat. Die Epithelmuskelzellen haben kontraktile Fibrillen ausgeschieden, die Epithelganglienzellen besitzen besonders zahlreiche Verbindungen unter einander und mit den sensiblen und muskulösen Zellen, die Sinneszellen endlich sind durch die Anwesenheit specifischer Endapparate (in unserem Falle die Augen) besonders geschickt geworden, sinnliche Eindrücke aufzunehmen.“ Diese Elemente sind mit Epithelstützzellen über die Körperoberfläche verbreitet. Diesen Zustand haben wir bei den Asteriden noch vor uns [2]).

---

[1]) vergl. Nervensystem und Sinnesorgane der Medusen. 3. Abschnitt pag. 157 u. die Aktinien, pag. 176.

[2]) In ausführlicher Weise komme ich auf diese Verhältnisse im Schlusshefte dieser Beiträge zurück.

II. Abschnitt.

Die Muskulatur der Echinodermen und Coelenteraten.

Nicht nur in der Entstehung und im Bau des Nervensystemes stimmen beide Stämme überein, auch die Muskulatur zeigt ein gleiches Verhalten.

Die Coelenteraten zeigen uns den Weg, wie wir uns die Phylogenie der Muskulatur zu denken haben, indem sie uns die Epithelmuskelzelle, das heifst die noch an der epithelialen Begrenzung des Körpers teilnehmende Muskelzelle, weiterhin die aus dem Epithel ausgeschiedene Muskelzelle als Fibrille mit Muskelkörperchen, und endlich die quergestreifte Muskelfaser vorfüren.

Wie wir bei den Coelenteraten somit schrittweise die Genese des Muskels verfolgen können, so ist bei den Echinodermen das Gleiche der Fall.

Im ersten Heft dieser Arbeit habe ich nachgewiesen, dass bei den Holothurien Epithelmuskelfasern sich finden. Bei den Asteriden haben wir aber die Tatsache vor uns, dass am jungen Tier Epithelmuskelzellen sich finden, wo bei der erwachsenen geschlechtsreifen Form Muskelfasern mit anliegendem Kern — dem Rest der Bildungszelle — vorkommen.

Im schlauchförmigen Kanal haben die Epithelzellen basal eine glatte Muskelfibrille ausgeschieden, wie ich oben zeigte (dies gilt für Asterias rubens vom Durchmesser weniger Millimeter). Beim erwachsenen Asterias haben die Muskelzellen nicht nur ihre Verbindung mit dem Epithel aufgegeben, sondern sind in die Bindesubstanz zu liegen gekommen. Ihren parallelen Verlauf haben sie jedoch beibehalten.

Dieses Beispiel wird jedenfalls nicht das einzige sein. Bei weiterer Untersuchung der Echinodermen auf ihre Histiogenese werden jedenfalls noch mehr Uebereinstimmungen zwischen ihren Geweben mit denen der Pflanzentiere sich ergeben.

Die Coelomtheorie und die Echinodermen.

> — falsche Ansichten tun, wenn sie durch einige Beweise unterstützt sind, wenig Schaden, da Jedermann ein heilsames Vergnügen darin findet, ihre Irrigkeit nachzuweisen.
>
> Darwin.

Als im Jare 1881 O. und R. Hertwig ihre „Coelomtheorie" aufstellten, war die Entwicklungsgeschichte der Echinodermen soweit bekannt, dass ihnen innerhalb der Enterocoelier eine Stellung angewiesen werden konnte.

Wie bekannt, haben die genannten Autoren geglaubt, zwischen einer zweifachen Entstehung des Mesoderms unterscheiden zu müssen. Sie konstatiren zwei verschiedene Bildungen, die neben einander unvermittelt dastehen, und zwar erstens den Mesoblast, der aus einer Ausstülpung des Urdarmes entsteht, und das Mesenchym, welches von Zellen gebildet wird, die aus den primären Keimblättern herstammen. Der Mesoblast begrenzt das Enterocoel, welches als abgeschnürtes Darmdivertikel zu betrachten ist. Die im Mesenchym auftretenden Holräume werden als Schizocoel bezeichnet.

Je nachdem nun die Bilaterien ein Schizocoel und Mesenchym besitzen, gehören sie zu den Schizocoeliern, trifft man aber bei ihnen aufserdem noch ein Enterocoel und Mesoblast an, so sind sie als Enterocoelier den ersteren gegenüberzustellen.

Es fragt sich nun, ob durch die neueren Untersuchungen es irgendwie gerechtfertigt erscheint, Mesoblast und Mesenchym als zwei gesonderte Bildungen zu betrachten, und ob überhaupt eine Einteilung der Metazoen nach der Entstehung der Leibeshöle gerechtfertigt ist. Zu letzterer Frage wende ich mich zuerst. Angenommen, dass sich zwischen Enterocoel und Pseudocoel unterscheiden lässt, so muss zunächst festgestellt werden, dass Schizocoelbildungen bei allen Bilaterien vorkommen, vor allem bei den Echinodermen, worauf ich unten noch zu sprechen komme. Bezeichnen wir aber eine Tiergruppe als Enterocoelier, bei welcher ein Schizocoel in ebenso grofser Entwicklung sich zeigt, so ist das gewiss nicht logisch zu nennen. Beide Abteilungen, Entero- und Schizocoelier stehen sich nicht als entgegengesetzt oder gleichberechtigt gegenüber, sondern die Enterocoelier können nur als

Unterabteilung der Schizocoelier, die die gesammten Bilaterien umfassen, gelten.

In dem System von O. und R. Hertwig werden als Pseudocoelier aufgefürt die Bryozoen, Rotatorien, Plathelminthen und Mollusken, als Enterocoelier die Nematoden, Chätognathen, Brachiopoden, Anneliden, Gephyreen, Enteropneusten, Tunicaten, Echinodermen, Arthropoden und Vertebraten. Dass dieses System ein gekünsteltes ist, wird wol, glaube ich, kaum Jemand leugnen können! Wie ist es aber jetzt mit diesem System bestellt, wo eine Reihe neuer Arbeiten von Graff, Götte, Haller, Lang u. a. vorliegen?

Halten wir an Hertwigs Unterscheidung in Entero- und Pseudocoelier fest, so folgt den Arbeiten der genannten Forscher zu Folge, dass wir die Mollusken zum Teil als Enterocoelier, zum Teil als Pseudocoelier betrachten müssen, und ebenso die Plathelminthen in zwei Gruppen zerfällen müssen. Diese Tatsache, scheint mir, ist wol vor allem geeignet, einmal die Unmöglichkeit der genannten Einteilung zu zeigen, und weiter die Frage aufzuwerfen, ist eine Trennung zwischen Mesoblast und Mesenchym berechtigt?

Durch eine Abhandlung von Haller[1]) haben wir erfaren, dass die Leibeshöle vom Epithel ausgekleidet wird. Wenn nun auch Haller nicht direkt beobachtet hat, dass sich bei den Chitonen Urdarmdivertikel abschnüren, so folgert er dies doch aus der Anatomie, und, wie mir scheint, mit vollem Rechte. Nach seinen Angaben muss die sekundäre Leibeshöle aus parigen Säcken entstehen. Sie wird von einem Epithel ausgekleidet, dass aufser bei Chitonen bei Haliotis, Fissurella, Trochiden und Muriciden vorkommt. Wie Grobben weiter gefunden hat, besitzen auch die Acephalen und Cephalopoden ein Leibeshölenepithel. Aufserdem ist ein Schizocoel bei diesen Gruppen vorhanden.

Haller bezeichnet die genannten Gruppen im Sinne der Hertwig als Enterocoelier. Wir müssten alle diejenigen Mollusken, bei welchen kein Epithel konstatirt ist, den genannten gegenüberstellen, und würden somit einen zusammengehörigen Tierstamm in zwei Teile trennen müssen, ungeachtet ihrer Uebereinstimmung in anderen Organsystemen. Ich wende mich jetzt

---

[1]) Béla Haller, Die Organisation der Chitonen der Adria in: Arbeiten aus dem zoologischen Institute der Universität Wien, herausgegeben von C. Claus. Tom. 4. 1882.

zu den Plathelminthen, die von O. und R. Hertwig als Schizocölier betrachtet werden.

A. Lang sagt in seiner neuesten Publication: Die Hirudineen und Plathelminthen sind ebenso sehr oder ebenso wenig Enterocoelier als die Anneliden! Die Tatsachen, welche ihn zu einem direkten Gegensatz mit Hertwigs Anschauungen gebracht haben, sind folgende:

Das Mesoderm der Polycladen legt sich nach Langs Beobachtungen in ähnlicher Weise an, wie bei den Anneliden. Es entsteht aus vier Ur-Mesodermzellen je ein Zellhaufen [1]). Die Ur-Mesoblastzellen haben ihren Ursprung aus Entoblastzellen genommen. Die vier Zellhaufen oder vier Mesoblaststreifen homologisirt Lang den beiden Mesoblaststreifen der Anneliden. Wärend es aber bei diesen zu einer Spaltung kommt und so ein Enterocoel entsteht, unterbleibt dieser Vorgang bei den Polycladen. Es bildet sich keine echte Leibeshöle.

Dass man nun trotz des Fehlens derselben die Polycladen zu den Enterocoeliern rechnen muss, darin stimme ich mit Lang [2]) überein. Wenn er weiterhin folgert, dass die Polycladen in der straligen Anlage des Mesoblastes das ursprüngliche Verhalten zeigen, bei den Ringelwürmern und Mollusken aber die bilaterale Symmetrie die Ontogenie mehr beherrsche, und dem entsprechend die Zal der Ur-Mesoblastzellen auf zwei reducirt sei, so ist dieser Ansicht die Zustimmung gewiss nicht zu versagen. Denn die Ur-Mesoblastzellen der Mollusken sind mit vollem Rechte für homolog den beiden Zellen der Anneliden zu setzen, wie aus Hallers Arbeit folgt, der ja, wie ich oben zeigte, eine parige Anlage der Urdarmdivertikel sehr warscheinlich macht. —

Auf die weiteren Ansichten von Lang, dass die Bildung der soliden Mesodermstreifen primär sei und die Abschnürung der Urdarmdivertikel eine spätere Erscheinung, will ich hier nur kurz hingewiesen haben. Weshalb ich in dieser Frage Lang nicht beistimmen kann, werde ich unten zeigen. Die wichtigste Kritik der Coelomtheorie hat in neuester Zeit Götte [3]) geliefert. Er weist zunächst die Hertwig'sche Ansicht, dass auch bei den „hypogastrischen Würmern" der Ursprung der mesodermalen Ge-

---

[1]) Lang, Monographie der Polycladen. Kapitel Ontogenie. III.

[2]) Lang, A. loc. cit. pag. 653.

[3]) Goette, Abhandlungen zur Entwicklungsgeschichte der Tiere, 2. Heft. 1884. pag. 112 u. f.

webe und Organe ein zweifacher sei, zurück. Goette kommt in seinen scharf durchdachten Auseinandersetzungen zu dem Schluss, dass Mesenchym und Peritonealsäcke nicht sowol unverbundene Gegensätze (Hertwig), als vielmehr verschiedene Stufen einer Entwicklungsreihe sind. Dieser Anschauung stimme ich vollkommen bei. Ich bin zu derselben auf anderem Wege gekommen als Goette. Dies will ich im Folgenden klar legen und versuchen, an Stelle der Hertwigschen Coelomtheorie eine andere Ansicht aufzustellen, welche zugleich die Coelenteraten mit berücksichtigt.

In Hertwigs Coelomtheorie sind die Coelenteraten fast ganz bei Seite gelassen, und ist auf die von Chun[1]) vertretene Leuckartsche[2]) Auffassung keine Rücksicht genommen worden, wie Lang[3]) hervorhebt.

Der coelenterische Apparat der Coelenteraten repräsentirt nach Leuckart den Darmkanal plus Leibeshöhle der höheren Tiere. Bei den Coelenteraten sind die Urdarmdivertikel radiär angeordnet, dem radiären Bau dieser Tiere gemäſs, und sind in offener Communication mit dem Urdarm geblieben.

Eine stralige Anordnung der Urdarmdivertikel treffen wir übrigens auch bei Bilaterien an. Ich glaube, dass auch hier wie bei den Coelenteraten der stralige Bau eine sekundäre Erscheinung ist und dass auch die Vorfaren der letzteren bilateral symmetrische Tiere waren. Hierauf weist unter anderen die bilaterale Symmetrie der Gastrulaeformen, beispielsweise der Medusen (Cyanea capillata u. a.), hin.

Verteilen wir die Tiere in Gruppen je nach der Bildung ihrer Leibeshöle, so würden in die

I. Gruppe

die Coelenteraten allein zu stellen sein, indem erstens die An-

---

[1]) Chun, Die Ctenophoren des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel 1880. Bd. 1.

[2]) Leuckart, Beiträge zur Kenntnis wirbelloser Tiere von Frey und Leuckart. Braunschweig 1847. pag. 32 und Ueber die Morphologie der wirbellosen Tiere, ebend. 1848. pag. 13 u. f.

[3]) Lang, Der Bau von Gunda segmentata und die Verwandtschaft der Plathelminthen mit Coelenteraten und Hirudineen in: Mitteilungen aus der zoolog. Station zu Neapel, 1881. pag. 221.

lage der Urdarmdivertikel eine stralige ist und bleibt gemäfs des radiären Baues dieser Tiere. Zweitens bleiben die Urdarmdivertikel in offener Communication mit dem Urdarm. Zur

II. Gruppe

würden diejenigen Formen gehören, bei welchen das Enterocoel sich in Gestalt von Ausstülpungen, und zwar parigen, anlegt. Diese Ausstülpungen bleiben nicht in Communication mit dem Urdarm, sondern schnüren sich ab und bilden so das Enterocoel. Hierher gehören die Echinodermen, Brachiopoden, Enteropneusten, Chätognathen und Amphioxus. Da nun aber die Echinodermen doch einen straligen Bau besitzen, so könnte man die Frage aufwerfen, wie es kommt, dass nicht auch die Anlage des Mesoblastes und des Enterocoels eine stralige sei. Hierbei ist an die bilaterale Symmetrie der Echinodermenlarven zu erinnern und ihre Uebereinstimmung mit Wurmlarven. Es deutet meiner Ansicht nach die bilateral symmetrische Anlage der Urdarmdivertikel auf die Abstammung der Echinodermen hin von bilateral-symmetrischen Würmern, bei welchen bereits diese Entstehung des Mesoblastes vorhanden war. Damit scheint mir aber auch eine Stütze für die Ansicht gewonnen zu sein, welche die Entstehung des Enterocoels in Gestalt von Darmaussackungen als das primäre ansieht, und die Bildung von soliden Mesoblaststreifen als eine secundäre Erscheinung, indem ja die Echinodermen wie die Brachiopoden eine paläontologisch sehr alte Gruppe vorstellen. Lang [1]) hat neuerdings versucht, wie ich oben kurz erwänte, den umgekehrten Entwicklungsgang als den warscheinlicheren hinzustellen, meiner Ansicht nach aber mit wenig Glück.

Auch Götte ist zu diesem Resultat gekommen. Er geht aus von den Turbellarien, welche ein Mesenchym und Schizocoel besitzen und verfolgt die Entwicklung des Enterocoels, indem er zunächst die Nematoden mit den bilateral symmetrisch angelegten Zellsträngen heranzieht und dann Gephyreen und Anneliden folgen lässt. Es ist dies somit gerade der umgekehrte Weg, den er eingeschlagen hat. Götte ist durch die Betrachtung lediglich

---

[1]) Wärend Lang noch im Jare 1881 (Gunda segmentata in Mitteilung. d. zoolog. Station. Band 3.) die Leuckartsche Ansicht verfocht, hat er in seiner Monographie der Polycladen diese seine Ansichten vollkommen gändert und zurückgenommen, ohne dass mir ein zwingender Grund aus seiner Darstellung hierfür einleuchtet.

der Würmer zu dieser Anschauung gekommen, dass das Enterocoel vom Schizocoel abzuleiten ist. —

In diese Gruppe gehören warscheinlich auch die Chitonen wie Haller will, sofern in der Entwickelungsgeschichte wirklich ein Stadium konstatirt werden sollte, in welchem Darmdivertikel sich abschnürten. Ueber die Stellung der übrigen Mollusken, bei welchen ein Leibeshölenepithel konstatirt worden ist und die ich oben aufgezält habe, kann bis jetzt nichts sicheres ausgesagt werden. Hoffentlich entscheiden hierüber baldigst Arbeiten, die ihre Ontogenie aufklären.

III. Gruppe.

In diese Gruppe kann man alle diejenigen Formen bringen, bei welchen wir nicht mehr hole Ausstülpungen des Darmes vor uns haben, sondern compakte Zellstreifen — die Mesoblaststreifen — in denen erst secundär ein Holraum, das Enterocoel, entsteht. Zunächst kommen die Anneliden in Betracht. Bei den Chätopoden entsteht nach Kleinenberg [1]) aus den zwei grossen Mesoblastzellen das Mesoderm, indem sich zwei Mesoblaststreifen bilden, von denen jeder zunächst aus einer, dann aus mehreren Zellreihen besteht. Durch Auseinanderweichen derselben wird ein Holraum, das Enterocoel, gebildet. Bei den Hirudineen ist die Entstehung der Mesoblaststreifen mit nachheriger Bildung der Leibeshöle die gleiche. Bei den Gephyreen entsteht nach Caldwell [2]) (Phoronis) das Mesoblast in Gestalt zweier bilateraler Zellgruppen, in denen ein Holraum entsteht. Bald kann man zwischen einem splanchnischen und somatischen Blatt unterscheiden.

Alle die verschiedenen weiteren Bildungen in der Leibeshöle hier zu erörtern, darauf verzichte ich und verweise dafür auf Göttes [3]) Arbeit.

Weiter gehört zu dieser Gruppe ein Teil der Mollusken. Und zwar Paludina, bei welcher nach Lankaster und Bütschli zwei Mesoblaststreifen entstehen, die in zwei Blätter zerfallen und die Leibeshöle einschliefsen.

---

[1]) Kleinenberg, Sullo soiluppo del Lumbricus trapezoides. Napoli, 1878.

[2]) Caldwell, Preliminary note on the structure, development, and affinities of Phoronis in: Proc. R. Soc. London, vol. 34. 1882. pag. 371.

[3]) Untersuchungen zur Entwickelungsgeschichte der Würmer. Vergleich. Teil. Leipzig u. Hamburg. 1884.

Es ist von grossem Interesse, bei den Mollusken die verschiedensten Rückbildungen in der Entstehung der Leibeshöle verfolgen zu können. Dass wir bei einem so einheitlichen Tierstamm, wie die Mollusken es sind, ontogenetisch so verschiedene Entstehungsarten des Mesoblasts vor uns haben (Darmdivertikel der Chitonen (?) etc., Mesoblaststreifen von Paludina, Nassa mutabilis, Panorbis (Rabl)), giebt uns das Recht, auch diese Bildungen als homolog und als aus einander nach und nach entwickelte anzusehen.

IV. Gruppe.

Bei den Nematoden finden wir zwei bilateral-symmetrische Zellenstränge, die sich in eigentümlicher Weise nach Goettes[1]) Untersuchungen bei der Bildung des Enterocoels verhalten. Die Bryozoen mit ihren beiden Mesoblastzellen sind dann hier zu nennen. Es gehen aber bei diesen Tieren die Zellen der Mesoblaststreifen über in die Muskulatur und das interstitielle Bindegewebe.

Nach Langs Untersuchungen nimmt der Mesoblast der Polycladen aus vier radiär angeordneten Zellen seinen Ursprung. Es teilen sich dieselben und erzeugen vier Mesodermstreifen. Eine Leibeshöle entsteht jedoch nicht in denselben, sondern die central gelegenen Teile der Mesodermstreifen bilden die Darmmuskulatur, die perpherisch gelegenen die Hautmuskulatur. Es wird somit die Phylogenie nur noch in ganz geringem Mafse ontogenetisch recapitulirt. Bei einigen Rhabdocoelen entsteht noch eine Leibeshöle, (Graff) sie stehen also eine Stufe höher als die letzteren, bei welchen nur die Anlage der Urmesoblastzellen auf die einstige Leibeshöle deutet.

Entsprechen somit die Urdarmdivertikel der Echinodermen, Chätognaten, Brachiopoden, Enteropneusten und des Amphioxus den Mesodermstreifen der höheren Würmer und den Bildungen, wie sie bei Polycladen u. s. w. vorhanden sind, so ist auch der Mesoblast und das Mesenchym nichts von einander getrenntes, sondern beide sind nur verschiedene Entwicklungsstufen einer Bildung.

Wie steht es aber nun da, wo neben den paarigen Urdarmdivertikeln noch ein Mesenchym zur Ausbildung gelangt, wie bei den Echinodermen und Ctenophoren. Die sich vom Entoblast abschnürenden Zellen wandern in das Gallertgewebe und erzeugen die Bindesubstanz in gleicher Weise, wie es bei den höheren Coe-

---

[1]) Goette a. a. O. Heft 1.

[2]) Lang a. a. O. pag. 661.

lenteraten der Fall ist. Es gehen somit beide Bildungen von Mesoblast und Mesenchymbindegewebe von Anfang an neben einander her. Sobald aber das Mesenchym entstanden ist, kann es zur Bildung von Holräumen in denselben kommen, zu den Schizocoelbildungen, und diese treten in allen Tierstämmen neben den Holraumbildungen der echten Leibeshöle auf. Bei den Gruppen, wo die echte Leibeshöhle, das Enterocoel, vollkommen rückgebildet erscheint, haben wir dann nur noch Schizocoelbildungen vor uns, da an die Stelle des Mesoblastes das Mesenchym getreten ist, das sich hier aus den Mesoblaststreifen durch Loslösung der einzelnen Zellen bildete, wärend bei den Gruppen mit Urdarmdivertikeln sich dasselbe aus Zellen der primären Keimblätter differenzirte. —

Wärend bei den Hertwigschen Enterocoeliern die Muskulatur ihren Ursprung aus epithelialen Zellen (Mesoblast) nehmen sollte, bei den Schizocoeliern aber aus Mesenchymzellen, so hat sich diese Anschauung gleichfalls als nicht richtig erwiesen. Hierauf möchte ich noch mit einigen Worten zu sprechen kommen.

Bei den Echinodermen ist ein Enterocoel wie Schizocoel in gleich starker Entwicklung vorhanden. Die epitheliale Begrenzung des Enterocoels erzeugt Muskelfibrillen in gleicher Weise, wie das Mesenchymgewebe. Es zeigt sich hier deutlich, wie man nicht aus den ausgebildeten Muskelfibrillen, wie überhaupt aus der Organisation des ausgewachsenen Tieres auf die Entwicklung schliefsen darf. Denn die Muskelfibrillen epithelialen und mesenchymatösen Ursprungs sind bei den Asteriden Fibrillen mit anliegendem Kern. Lediglich die Zerfaserung an den Enden der letzteren könnte als Unterscheidungsmerkmal angesehen werden. Nur durch die Verquickung der Organisationsverhältnisse des entwickelten Tieres mit den Vorgängen der Ontogenie konnten O. u. R. Hertwig ihre Coelomtheorie entwickeln. Auf die Ontogenie allein gestützt, kommt man zu anderen Resultaten.

Welches die Ursachen gewesen sind, die nach und nach die Rückbildung der Leibeshöle herbeigefürt haben, das zu untersuchen und festzustellen, fordert eine genaue Kenntnis der Existenzbedingungen der einzelnen Gruppen. Sobald der Parasitismus in Betracht kommt, dürfte eine Erklärung nicht schwierig sein. An einem andern Orte hoffe ich hierüber einige Gedanken mitteilen zu können. —

Zum Schluss möchte ich noch auf die Ansichten hinweisen, welche Selenka aufgestellt hat.

Selenka hat gezeigt, dass bei den Echiniden „zwei Urzellen des Mesenchyms“ zu zwei Mesenchymstreifen auswachsen und in das Gallertgewebe gelangen, in welchem sie die Bindesubstanz bilden. Dass diese Bildungen mit den änlichen bei Würmern etc. vorkommenden Verhältnissen zu homologisiren seien, glaube ich nicht.

Die frühzeitige Bildung der Bindesubstanz bei den Echinodermen ist vielmebr als eine sekundäre Erscheinung aufzufassen, wie ja überhaupt die Larven eine Reihe von Eigentümlichkeiten zeigen, die auf Neubildungen zurückzuführen sind. — Bei den Ctenophoren ist ebenfalls mit gröfserer Warscheinlichkeit die frühe Bildung der Bindesubstanz durch den Eintritt der Wanderzellen in das Gallertgewebe als embryonale Abkürzungserscheinung aufzufassen, wie bereits Balfour ausgefürt hat. Es bilden diese beiden genannten Fälle somit Ausnahmen von der Regel, die sich durch ihre Entwicklungsweise erklären lassen.

III. Abschnitt.

Zusammenfassung der Resultate.

Indem ich diejenigen Resultate, welche von allgemeinerer Bedeutung sind, hier zusammenfasse, will ich zugleich ein Bild der Organisation eines Asteriden geben, wie sich dieselbe mir darstellt.

Die Körperwandung des Asteriden umschliefst die grofse Leibeshöle, ein echtes Enterocoel, in dem der Darm, die Geschlechtsorgane und der schlauchförmige Kanal mit seinen Organen sowie Teile des Wassergefässsystems gelegen sind.

Die Körperwand wird zusammengesetzt aus einem wimpernden Aufsenepithel, welches von einer Cuticula bedeckt wird, der Cutis, einer Rings- und einer Längsmuskelschicht, wärend nach der Leibeshöle zu ein Wimperepithel den Abschluss bildet. Es ist somit der Bau der Leibeswandung derselbe, wie wir ihn bei Würmern, bei den Anneliden beispielsweise, widerfinden.

Sowol in der Dorsal- wie Ventralwand sind Kalkbildungen vorhanden, welche in letzterer die Wirbel bilden.

---

[1]) Selenka, Die Keimblätter der Echinodermen in: Studien zur Entwickelunggeschichte der Tiere. 2tes Heft, Wiesbaden 1883.

[2]) Balfour, Vergleichende Embryologie, Band 2.

In der Bindesubstanzschicht trifft man zunächst in der Rückenwand ein System von Spalträumen an, die ihrer Entstehung nach Schizocoelbildungen vorstellen. In denselben verläuft der Blutlakunenring mit seinen zehn zu den Geschlechtsorganen fürenden Aesten.

In der Ventralwand der Arme sind gleichfalls Schizocoelbildungen zu konstatiren, welche als parallel zur Armaxe verlaufende Kanäle sich darstellen. In der Medianlinie ist zuerst der Perihämalkanal zu nennen, welcher aber nicht bis zur Spitze des Armes verläuft, wie das radiäre Wassergefäss, sondern vor dem Füler endet. Ausser diesem medianen Schizocoelraum sind längsverlaufende Räume vorhanden, welche zwischen den Füsschen und lateralwärts von denselben angetroffen werden. Von letzteren gehen Verbindungsäste zu dem Schizocoel der Rückenwand, sodass somit eine Communication zwischen sämmtlichen Schizocoelbildungen vorhanden ist.

Der median gelegene Perihämalkanal wird nach aussen von einem Epithelwulst begrenzt, der den radiären Nervenstamm trägt. Dieses Epithel ist durch seine Länge ausgezeichnet. Es setzt sich zusammen aus Stützzellen und Sinneszellen, welche vorzüglich auf den Fülern und dem Augenwulst derselben vorkommen. Der Nervenstamm besteht aus Nervenfibrillen mit regellos eingestreuten Ganglienzellen. Die epithelialen in der Medianlinie der Arme gelegenen Wulste setzen sich, einen Ring bildend, um den Mund fort, und kommt es so zu einer ringförmigen Commissur zwischen den fünf radiären Nervenstämmen. Diese Commissur ist als Gehirnring zu bezeichnen und wird aus denselben Elementen zusammengesetzt, wie die Radialnervenstämme. Von letzteren gehen Nervenäste ab zu den Füsschen und stehen mit Epithelsinneszellen in der Saugplatte in Verbindung.

In der Rückenhaut, das heisst der Epidermis, sind Nervenfibrillenzüge in grosser Anzal zu finden, desgleichen Epithelsinneszellen. Ein Nervensystem konnte im Darmtractus nachgewiesen werden. — In der Scheibe des Asteriden liegt ein Organ, das ich als Chromatogenorgan bezeichnet habe. Es ist dies dasselbe Organ, welches von Ludwig als Herz gedeutet wurde. Seine Holräume werden von einem Epithel ausgekleidet, welches Träger eines farbigen Pigmentes ist, das in Form von Körnchen in den Zellen abgelagert ist. Umschlossen wird dieses Organ von der Wandung des sogenannten schlauchförmigen Kanales. Vom Chro-

matogenorgan gehen aus zwei Kanäle, die von demselben Epithel ausgekleidet werden. Diese münden in einen Ringkanal in der dorsalen Scheibe. Von diesem gehen wiederum zehn Kanäle ab zu den Geschlechtsorganen und münden in die Ausfürungsgänge derselben. Dieses Kanalsystem, das als excretorisches zu bezeichnen ist, verläuft im bindegewebigen Septum, in dem die dorsalen Blutlakunen verlaufen, und zwar centralwärts von diesen. Die Blutlakunen werden auf ihren Bau untersucht und als Lücken und Holräume erkannt, welche in dem bindegewebigen Septum der Schizocoelräume, die dann als Perihämalräume bezeichnet werden können, sich finden.

Das Wassergefässsystem hat keinen Zusammenhang mehr mit dem Enterocoel. Durch die Madreporenplatte wird Wasser aufgenommen und jedenfalls auch entleert, was aus dem Bau des Steinkanales gefolgert werden kann. Die Tiedemannschen Körper sind Ausstülpungen des Wassergefässringes und funktioniren jedenfalls als Drüsen.

Von besonderem Interesse ist das Vorhandensein von grossen einzelligen Drüsen im Magendarm von Asterias rubens. Wie sich derselbe beim Fressen nach Aussen stülpt, wurde ausfürlich geschildert. In diesen Drüsen ist der Ursprung des Sekretes zu suchen, vermittels dessen die Beute gelämt wird, wie schon frühere Autoren berichtet haben. Auch in den Blinddärmen trifft man in grosser Zahl Becherdrüsen an, die hier ebenfalls noch unbekannt waren.

Ueber den Ursprung, die Gestalt und den Bau der Wanderzellen, sofern sie im Enterocoel, Wassergefässsystem und Schizocoel sich finden, handelt ein weiteres Kapitel.

Die Geschlechtsorgane wurden von ihrer ersten Anlage an verfolgt. Durch diese erklärt sich Vieles im Bau des ausgebildeten Organes, so die Schizocoelbildungen in der Bindesubstanzschicht ihrer Wandung. Später treten die Blutlakunen in Verbindung mit denselben. Die Eier besitzen ein Follikelepithel und eine Zona pellucida mit radiären Streifen. Die Muskulatur ist teils epithelialen, teils mesenchymatösen Ursprungs. Epithelmuskelzellen finden sich am jungen Tier, wo später Muskelfibrillen mit anliegendem Kern in der Bindesubstanz gelagert sind. Letztere ist von verschiedenem Bau am jungen und alten Asterias. Auf die Schilderung derselben sei hier nur verwiesen.

Was die äusseren Anhänge des Körpers anlangt, so sind die Saugfüsschen bei verschiedenen Arten untersucht worden. In den Saugplatten fanden sich neben Sinnes- und gewönlichen Epithelzellen Drüsenzellen vor. Die Kiemenbläschen der Rückenwand sind als Ausstülpungen derselben aufzufassen. So erklärt sich auch der Bau derselben mit den Schizocoelbildungen, der Rings-, wie Längsmuskelschicht leicht. —

Im allgemeinen Teile wurden nur einige wenige Punkte berürt. Ich behalte es mir vor im Schlusshefte dieser Beiträge in ausführlicher Weise einen vergleichenden Abschnitt hinzuzufügen unter Hinzuziehung der dann beschriebenen Organisationsverhältnisse der übrigen Echinodermengruppen.

Literatur-Verzeichniss

zu

Heft 1 und 2.

Agassiz, A., Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. 5. No. 1. North American Starfiches. 1877.

Baudelot, E. Études générales sur le système nerveux. Contribution à l'histoire du systeme nerveux des Echinodermes. Arch. de zool. expériment. etc. 1872.

Baur, Beiträge zur Naturgeschichte der Synapta digitata. Nova Acta K. L.-C. D. Akad. d. Naturf. Dresden 1864.

Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreichs. II. Aktinozoen.

Chiaje, delle, St. Memoire sulla Storia e Notomia degli animali senza vertebre etc. V. 2. 1825.

Danielssen und Koren, Fra den Norske Nordhavsexpedition. Echinodermer. in: Nyt Magaz. f. Naturvid. Band 25.

Foettinger, Al., Sur l'existence de l'hémoglobine chez les Échinodermes. in: Arch. de Biologie. T. 1. 1880. pag. 405.

Greeff, Ueber den Bau der Echinodermen. Sitzungsberichte d. Gesellsch. z. Beförderung d. gesamten Naturwiss. zu Marburg. 1871 Nr. 8; 1872 Nr. 6; 1879 Nr. 4; 1876 Nr. 1; 1876 Nr. 5.

Haeckel, E., Ueber die Augen und Nerven der Seesterne. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 10. 1860.

— —, Die Radiolarien. Eine Monographie. Berlin.

Hamann, O., Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Band 39. 1. Mitteilung.

—, Zur Histologie der Asteriden. Vorläuf. Mitteilung. Nachrichten von d. kön. Gesell. d. Wissenschaft. und der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen. Nr. 9. 1884.

Hensen, Ueber eine Brachiolaria des Kieler Hafens. Archiv für Naturgeschichte. 1863.

Hoffmann, C. K., Zur Anatomie der Asteriden. Niederländ. Archiv f. Zoologie. Bd. 2. 1274.

Jourdan, Et., Recherches sur l'histologie des Holothuries. Annales du musée d'histoire naturelle de Marseille. Tome I[er]. 1883.

Jourdain, S., Sur les yeux de l'Asteracanthion rubens. Comptes rendus. T. 60. 1865.

— —, Recherches sur l'appareil circulatoire de l'étoile de mer commune. Comptes rendus. T. 65. 1867.

— —, Sur les voies par lesquelles le liquide séminal et les oeufs sont évacués chez l'Astérie commune. Comptes Rendus. T. 94. 1882.

Krukenberg, Vergleichend-Physiologische Studien. Zweite Reihe. Erste Abteilung pag. 93. 1882.

Lange, W., Beitrag zur Anatomie und Histiologie der Asterien und Ophiuren. Morpholog. Jarbuch v. Gegenbaur. Bd. 2.

Leydig, Anatomische Notizen über Synapta. In: Müllers Archiv f. Anat. u. Physiol. 1852.

—, Kleinere Mitteilungen zur tierischen Gewebelehre. Müllers Archiv f. Anat. u. Phys. 1854.

Ludwig, H., Die Eibildung im Tierreich, in: Arbeiten aus dem zoolog.-zootom. Institut in Würzburg. 5. u. 6. Heft. 1874.

— —, Beiträge zur Anatomie der Asteriden, in: Morpholog. Studien an Echinodermen. Leipzig, 1877—79. 1. Band. pag. 150. und Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Band 30.

— —, Zur Kenntniss der Gattung Brisinga. Ebenda pag. 222 und Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Band 31.

— —, Ueber eine lebendig gebärende Synaptide und zwei andere neue Holothurienarten der Brasilianischen Küste. Archives de Biologie. 2. Bd. 1881.

— —, Entwicklung der Asterina gibbosa. Morpholog. Studien an Echinodermen. 2. Bd. Heft 2. 1882.

Metschnikoff, Embryologische Mitteilungen über Echinodermen. in: Zoolog. Anzeiger. 7. Jargang. 1883. No. 158 u. No. 159.

Mettenheimer, C., Ueber die Gesichtsorgane des violetten Seesterns der Ostsee. Müllers Archiv. 1862.

Müller, Joh., Berichtigung und Nachtrag zu den anatomischen Studien, in: Müllers Archiv f. Anat. u. Physiol. 1850.

— —, Anatomische Studien über die Echinodermen. Ebenda 1850.

Müller, Joh., Ueber Synapta digitata und die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin 1852.

— —, Ueber den Bau der Echinodermen. Mitteilungen d. königl. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin. 1853.

Oswjannikow, Ueber das Nervensystem der Seesterne. Mélanges biologiques tirés du Bulletin de l'Akad. de St. Petersbourg. 1871. Bulletin de l'Akad. impér. des sciences de St. Petersbourg 1870. T. 15.

Perrier, E., u. Poirier, J., Sur l'appareil circulatoire des Étoiles de mer. Compt. Rend. T. 94. 1882.

—, J. O. E., Recherches sur les Pédicellaires et les Ambulacres des Astéries et des Oursins. Thèses présentées à la Faculté des sc. de Paris. 1869. Paris. Masson.

Quatrefages, Memoire sur la Synapte du Duvernoy, in: Annal. des sciences nat. T. 17. 1842.

Schwalbe, H., Ueber den feineren Bau der Muskelfaser wirbelloser Tiere, in Zeitschr. f. mikroskop. Anatomie von M. Schultze. Band 5. 1869. pag. 205.

Selenka, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien, in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 17. 1867.

—, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Tiere. 2. Heft. Keimblätter der Echinodermen. Wiesbaden 1883.

—, Das Mesenchym der Echiniden, in: Zoolog. Anzeiger. 7. Jargang. No. 160.

Semon, Nervensystem der Holothurien. in: Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 16. 1883.

Semper C., Reise im Archipel der Phillipinen. 2. Tl. Wissensch. Reisen. 1. Bd. Holothurien.

Sharpey, Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. V. 2. 1836—1839.

Siebold, C. Th. E., Zur Anatomie der Seesterne. Müllers Archiv f. Anat u. Phys. 1836.

Théel, Report on the Holothurioidea collected during the voyage of the Challenger. Part. 1. Report Scientif. Results, Challenger, Zool. vol. 4. P. 13. 1881.

Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. Jen. Z. f. Naturw. Bd. 10.

Tiedemann, Anatomie der Rörenholothurie, des pomeranzenfarbigen Seesternes und Steinseeigels. Landshut 1816.

Troschel u. Müller, Joh., System der Asteriden. Braunschweig 1842.

Weismann, G., Ueber die zwei Typen contractilen Gewebes und ihre Verteilung in die grofsen Gruppen des Tierreichs, sowie über die histologische Bedeutung ihrer Formelemente, in: Zeitschr. f. rationelle Medicin. 3. Reihe, 15. Band. 1862. pag. 60.

Wilson, H. S., The Nervous System of the Asteridae; with observat. of the Struct. of their Organs of Sense and remarks on the Reproduct. of lost Ray's. Transact. Linnean Society. London. Vol. 23. 1860.

Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren bedeutet:

A, Augenflecke; *A* in Figur 51 = After;
Aw, Augenwulst;
Bl.-D, Blinddarm;
Bl^1, *Bl*^{2}, Blutlakunen;
F, Füler;
Fu, Füſschen;
K, Excretionskanal auf dem Querschnitt getroffen (Fig. 65);
KB, Kiemenbläschen;
Kst, Kalkstücke in der Cutis;
Kz, Keimzellen;
L, *L*^{1}, *L*^{2}, in der ventralen Körperwand gelegene Längskanäle (Schizocoelräume);
L-H, Leibeshöhle, Enterocoel;
MP, Madreporenplatte;
M-H, Mundhaut;
M, Mundöffnung;
N, Organ des schlauchförmigen Kanales;
M-D, Magendarm;
P, Perihämalraum (= Schizocoelraum);
P-Sch, Perihämalraum, Schizocoelraum;
R, Rektum;
RW, radiäres Wassergefäſs;
St-K, Steinkanal;
Sch, Schizocoelraum;
Schl, Wandung des schlauchförmigen Kanales;
SchlK, *Sk*, Holraum im schlauchförmigen Kanal;
VK, Verbindungskanal der ventralen mit den dorsalen Schizocoelräumen;
WG, Wassergefäſsring;

bdr, Becherdrüsenzellen;
blg, *bll*, Blutlakunen;
blz, Blutzellen;
bg, Bindesubstanz;
chz, Epithel des Organes im schlauchförm. Kanal (sog. Herzen);
c, Cuticula;
e^1, Epithel;
e^2, Coelomepithel;
esz, Epithelsinneszellen;
ep, Körperepithel, Epidermis;
dr, Drüsenzellen;
de^1, äufseres Darmepithel;
de^2, inneres Darmepithel;
end, Endothel;
fz, Follikelzellen;
gblg, *gbll*, Blutlakunen der Geschlechtsorgane;
hep, Hodenepithel;
hm, hyaline Membran;
lm, Längsmuskel;
m, Muskelfibrillen;
mk, Muskelkerne;
n, Nerven;
nf, Nervenzug;
ov, Eizellen;
qulm, querdurchschnittene Längsmuskelfasern;
qunf, „ Nervenfibrillen;
qubl, „ Blutlakunen;
quW, auf dem Querschnitt getroffenes radiäres Wassergefäfs;
quRK, querdurchschnittener Wassergefäfsringkanal;
quGR, „ Gehirnring;
quBl, „ Blutlakunen;
rm, Ringsmuskeln;
stz, Stützzellen;
zb, Zellenpakete in den Tiedemannschen Körpern.

Die Erklärung der übrigen vorkommenden Buchstaben findet sich bei den einzelnen Figuren angegeben.

Tafel I [1]).

Fig. 1. Querschnitt durch den Arm eines 2,4 mm. grofsen Asterias rubens. D. oc. 2. In der dorsalen und ventralen Körperwandung sind die Schizocoelbildungen mit ihren Verzweigungen zu erkennen. *P.* = Perihämalkanal. — Vom Hautmuskelschlauche (*rm* + *lm*) gehen Muskelzüge zu den in der Cutis (*bg*) gelagerten Kalkgebilden (*Kst.*) ab.

Fig. 2. Skizze eines 1,5 mm. grofsen Ast. rub. von der Bauchseite gesehen. Schwache Vergröfserung. Die zwei Reihen Füfschen, die Füler *F* mit dem Augenwulst (*Aw.*) zu erkennen.

Fig. 3. Längsschnitt vertical durch ein Armende gefürt. Der Füler ist der Länge nach getroffen. Ventralwärts liegt der Augenwulst mit den Augenflecken *A*). *W.-G.* = Wassergefäfsende. D. oc. 2.

Fig. 4. Schnitt durch das Augenpolster vergröfsert. Die Augenflecken der Länge nach durchschnitten. Ein Augenfleck mit Pigment; aus den übrigen ist dasselbe durch Alkohol ausgezogen worden. F. oc. 2 (von ein. jungen Tiere).

Fig. 5. Augenwulst mit drei Sehflecken von oben gesehen. D. oc. 4 (vom jungen Aster.).

Fig. 6. Epithelpigmentzellen aus einem Sehfleck. Macerirt in Drittelalkohol. $^1|_{12}$ Oelimm. oc. 4.

Fig. 7. Pigmentzellen aus einem Sehfleck und Stützzellen ebendaher. Zeifs $^1|_{12}$ Oelimm. oc. 4.

Fig. 8. Epithelsinneszellen aus dem Fülerepithel von Ast rub. (5 ctm. grofs). F. oc. 2. a. T.

Tafel II.

Fig. 9. Medianer Längsschnitt durch das Saugfüfschen von Astropecten platyacanthus. D. oc. 1.

Fig. 10. Aus dem Ende eines Saugfüfschens genannter Art Epithelsinneszellen Osmium-Essigsäurepräp. in Glycerin, ungefärbt. F. oc. 4.

Fig. 11. Längsschnitt durch eine Pedicellarie von Aster. rub. A. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 12. Epithelstützzellen aus dem Rückenepithel von einem 4 ctm. grofsen Tiere. Asterias rubens. Zeifs, Oelimm. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 13. Epithelstützzellen von einem 2 mm. Aster. rub. Rückenepithel. Macerirt in Drittelalkohol. F. oc. 2. a. Tbs.

Fig. 14. Tangentialer Längsschnitt durch die Saugplatte von Solaster papposus. A. oc. 4. a. Tbs.

---

[1]) Wenn nichts anderes angegeben ist, beziehen sich die Figuren auf Asterias rubens L. Die Bilder sind bei eingeschobenem Tubus gezeichnet, wenn nicht anders bemerkt ist.

Fig. 15. Rückenepithel mit Sinneszellen und Nervenfibrillen. Ein Nervenzug ist auf dem Querschnitt getroffen. D. oc. 2. a. Tbs.

Fig. 16. Epithel aus dem Saugfüfschen eines Ast. rub. Klopfpräparat in Glycerin. Sinneszellen *esz* und Stützzellen *stz*.

Fig. 17. Stück eines Querschnittes durch ein Saugfüfschen, nahe der Basis in vollkommen ausgestrecktem Zustande. Astropecten. F. oc. 2.

Fig. 18. Stück eines Längsschnittes durch ein Füfschen, unterhalb der Saugscheibe, um die Drüsenzellen zu zeigen. Solaster papposus.

Fig. 19. Stück eines Längsschnittes durch ein Füfschen, um die Lage der hellen Zellen in der Bindesubstanz zu zeigen. (Blutkörperzellen). Ebendaher.

Fig. 20 und 21. Epitheldrüsenzellen aus der Saugscheibe von Solaster papposus, isolirt in Osm.-Essigsäure.

Tafel III.

Fig. 22. Stück eines Längsschnittes durch die Wandung eines Saugfüsschens. F. oc. 2. a. Tbs.

Fig. 23. Muskelfasern aus einem Saugfüfschen. Isolirt in Glycerin. Solaster papposus. F. oc. 2. a. Tbs.

Fig. 24. Epithelzellen (Stützzellen) mit der zwischen ihren basalen Fortsätzen verlaufenden Nervenfaserschicht *nf.* aus dem peripheren Rande der Saugscheibe von Solaster papposus. $^1|_{12}$ Oelimm. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 25. Die eine Hälfte eines medianen Längsschnittes durch die Saugscheibe eines Füfschens von Sol. papp. A. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 26. Das in vorhergehender Figur mit *a* bezeichnete Stück stärker vergröfsert. $^1|_{12}$ Oelimm. oc. 4. a. Tbs. Sol. papp. Die Episinneszellen *esz* verlaufen mit ihren basalen Fortsätzen in der Nervenfibrillenschicht. s. Text.

Fig. 27. Längsschnitt (medianer) durch die Saugplatte eines Füfschens von Asterias rubens. A. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 28. Stück desselben stärker vergröfsert. $^1|_{12}$ Oelimm. oc. 4. a. Tbs.

Fig. 29. Epithel-Sinneszellen von der Saugscheibe eines geschlechtsreifen Solaster papposus. Osm.-Essigs. isolirt. Zeifs. Oelimm. oc. 4. a. Tbs.

Tafel IV.

Fig. 30. Verticalschnitt durch die dorsale Körperwand eines jungen Asterias rub. (Durchmesser 1,3 mm.). Bildung des Schizocoels. F. oc. 2.

Fig. 31. Verticalschnitt durch die dorsale Körperwand eines jungen Asterias rub. (Durchmesser etwa 1,5 mm.). *ak*¹ = Anlage eines Kiemenbläschens; beginnende Einbuchtung. *Sch.* = Schizocoelanlage. *ep.* Körperepithel. *bg.* Cutis, Bindesubstanz. F. oc. 2.

Fig. 32. Verticalschnitt durch einen älteren Asterias rubens. Weitere Entwicklung des Kiemenbläschens (*ak*²). F. oc. 2.

Fig. 33. Verticalschnitt durch Madreporenplatte und Steinkanal eines 1,6 mm. grofsen Asterias rubens. *Schl.K.* = Wandung des schlauchförmigen Kanales. Es ist nur eine Oeffnung vorhanden, welche in einen Porenkanal fürt, welch' letzterer sich direkt fortsetzt in den Steinkanal.

Fig. 34. Verticalschnitt durch Madreporenplatte *MP*, Steinkanal *St.-K.* und Chromatogen-Organ N. A. oc. 2. a. T. vom erwachsenen Tiere.

Fig. 35. Einer der folgenden Schnitte. *Bl*¹ *Bl*² sind zwei zum Chromatogen-Organ hinzutretende Gefäfse. A. oc. 2. a. T.

Fig. 36. Längsschnitt durch die Magendarmwand. Das Blutgefäfsgeflecht verstreicht in der Wandung des Darmes. 2 ctm. grofs. Asterias. D. oc. 2. *blg* = Holräume im Gefäfsgeflecht. *blz* Blutzellen.

Fig. 37. Wanderzellen aus der Bindesubstanz der Rückenfläche eines jungen Aster. rub. Osmiumpräp. F. oc. 4. a. T.

Fig. 38. Zellgebilde aus der Leibeshölenflüssigkeit, aus dem Arme des lebenden Seesterns entnommen. F. oc. 2.

Tafel V.

Fig. 40. Längsschnitt durch ein Kiemenbläcshen und die dasselbe umgebende dorsale Körperwandung. Mit *Sch*¹ und *Sch*² sind die Schizocoelbildungen, welche die Basis des Kiemenbläschens umgeben, bezeichnet (von einem jungen Tiere). D. oc. 2.

Fig. 41. Längsmuskelfibrillen mit der Bindesubstanzschicht, an welcher sie liegen. *mk* Muskelkern, *bg* Bindesubstanzzelle. Von einem jungen Tiere. F. oc. 2.

Fig. 42. Längsschnitt durch einen 2 mm. grofsen Asterias rubens. um den Verlauf des Darmtractus zu zeigen. (Das Rektum ist nicht mit auf dem Schnitte getroffen. *M* = Mundöffnung fürt in den kurzen Oesophagus. *M.-D.* Magendarm. *Bl.-D.* Blinddärme. A. oc. 2.

Fig. 43. Stück eines Längsschnittes durch den Magendarm. *dr.* die grofsen Drüsenzellen. F. oc. 2. a. T. Von einem 2 mm. Asterias rubens.

Fig. 44. Bindesubstanzzellen vom geschlechtsreifen Astropecten aus der Nähe eines Kiemenbläschens. F. oc. 4.

Fig. 45. Bindesubstanz von einem jungen 2 mm. grofsen Tiere. F. oc. 2.

Fig. 46. Von einem Längsschnitt senkrecht zur dorsalen Körperwand eines Armes, um die das „dorsale Kanalsystem“ *Sch.* = Schizocoel durchsetzenden Muskelbündel zu demonstriren. Letztere nehmen ihren Ursprung in der ringförmig zur Armaxe laufenden Muskulatur, durchsetzen das Schizocoel, treten in die Cutis ein und verästeln sich zwischen den Bindesubstanzfibrillen, welche die Kalkstücke der Haut in sich schliefsen. (Vergl. zur näheren Orientirung Figur 1 auf Tafel 1). F. oc. 2. (Ausgewachs. Asterias rubens).

Fig. 47. Zur Entwicklung der Tiedemannschen Körperchen.

Fig. 48. Horizontalschnitt durch ein Tiedemannsches Körperchen von der Gestalt in Fig. 47 *b*. Es sind die einzelnen Holräume getroffen, welche von einem aus cubischen Zellen bestehenden Epithel ausgekleidet werden. In jedem Holraum liegen Zellballen, *zb.*

Tafel VI.

Fig. 49. Oberflächenansicht des Magendarmes eines jungen Aster. rub. mit Höllensteinlösung (1 : 300) behandelt. F. oc. 2. a. T.

Fig. 50. Epithelmuskelzellen von der Wandung des schlauchf. Kanales.

Fig. 51. Verticalschnitt durch die Scheibe eines Asterias rubens, von 4 mm. Gröfse. Der Magendarm *M.-D.* ist zur Mundöffnung hervorgestülpt. Die Lage des Steinkanales und des sog. Herzens im schlauchförmigen Kanal *Schl.* zu sehen, sowie der Zusammenhang des circulären Perihämalraumes der ventralen Körperwand mit dem Lumen des schlauchförmigen Kanales, und der des letzteren mit den Schizocoelbildungen in der Rückenwand. *quRK.* der auf dem Querschnitt getroffene Wassergefäfsring; *quBl.* das auf dem Querschnitt getroffene circuläre Blutgefäfs im Septum, welches den circulären Perihämalraum durchsetzt. Schwache Vergröfserung.

Fig. 52. Verticalschnitt durch den Gehirnring eines 2 mm. grofsen Asterias rubens. *P.-Sch.* = Circulärer Perihämalraum. *quRK.* Wassergefäfsring. *M.-H.* Mundhaut. F. oc. 2. a. T.

Fig. 53. Verticalschnitt durch den radiären Nervenstamm eines 1,6 mm. grofsen Tieres. *quW.* quer durchschnittenes radiäres Wassergefäfs. F. oc. 2. a. T.

Fig. 54. Längsschnitt durch den Oesophagus. D. oc. 2. T.

Fig. 55. Epithelzellen aus dem Magendarm eines 2,5 mm. grossen Aster. rub. F. oc. 2.

Fig. 56. Epithelzellen aus einem Blinddarm. F. oc. 2. a. T.

Fig. 57[a]. Längs-Schnitt durch die Oesophaguswandung. F. oc. 2. a. T.

Fig. 57[b]. Quer-Schnitt durch den Blinddarm. F. oc. 2.

Tafel VII.

Fig. 58. Querschnitt durch das Chromatogenorgan (sog. Herz Ludwigs). F. oc. 2. *chz* Chromatogenzellen. *bg* Bindesubstanzschicht.

Fig. 59. Längsschnitt durch den Ausfürgang der Geschlechtsorgane und einen Geschlechtsschlauch, von einem jungen Asterias rubens. Schematisch gehalten. bg^1 äufsere Bindesubstanzschicht, bg^2 innere Bindesubstanzschicht der Wandung des Geschlechtsschlauches, dazwischen der Schizocoelraum, *Sch.*; *hep.* Hodenepithel.

Fig. 60. Wandung des Ausfürganges eines Geschlechtsorganes. Der Länge nach getroffen. *x* die sogenannten Drüsenzellen Ludwigs. F. oc. 2.

Fig. 61. Schnitt durch eine Geschlechtsanlage. e^2 = Enterocoelepithel. *Sch.* Schizocoelraum, in welchem sich die Anlage entwickelt. F. oc. 2.

Fig. 62. Weiter entwickeltes Stadium. F. oc. 2.

Fig. 63. Längsschnitt durch einen jungen Ovarialschlauch. bg^1 und bg^2 die äufsere und innere Bindesubstanzschicht, dazwischen *Sch*, der Schizocoelraum. *rm.* Ringsmuskelschicht. *hep.* Hodenepithel. F. oc. 2.

Fig. 64. Ovarialepithel aus einem Keimschlauche eines 2 ctm. grofsen Asterias rubens. *ov.* Eizelle. *fz.* Follikelzellen des Follikelepithel. *kz.* Epithelzellen. F. oc. 2.

Fig. 65. Querschnitt durch den analen Blutlakunenring. *bll.* = Blutflüssigkeit. *blz.* Blutzellen. *K.* = Excretionskanal, welcher centralwärts verläuft. Siehe Text. Zeifs $^1|_{12}$ Oelimm. oc. 2.

Fig. 66. Schnitt durch den Ventilapparat der Ampullen. *V.* = Ventil. *rm.* Muskelschicht, einen Sphinkter bildend. D. oc. 2.

Fig. 67. Zwei Wanderzellen aus der Leibeshölen- (Enterocoel-) Flüssigkeit. *a* lebend, *b* mit Osmiumsäure behandelt, die Pseudopodien einziehend. Zeifs $^1|_{12}$ Oelimm. oc. 4. *a.* Tubus.

Fig. 68. Muskelfasern mesenchymatösen Ursprungs. An den Enden zerfasernd. F. oc. 2. a. T.

Fig. 69. Längsschnitt durch das Ende eines Sinnesfüfschens vom Arm eines jungen Asterias rubens. F. oc. 2.

Frommann'sche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.





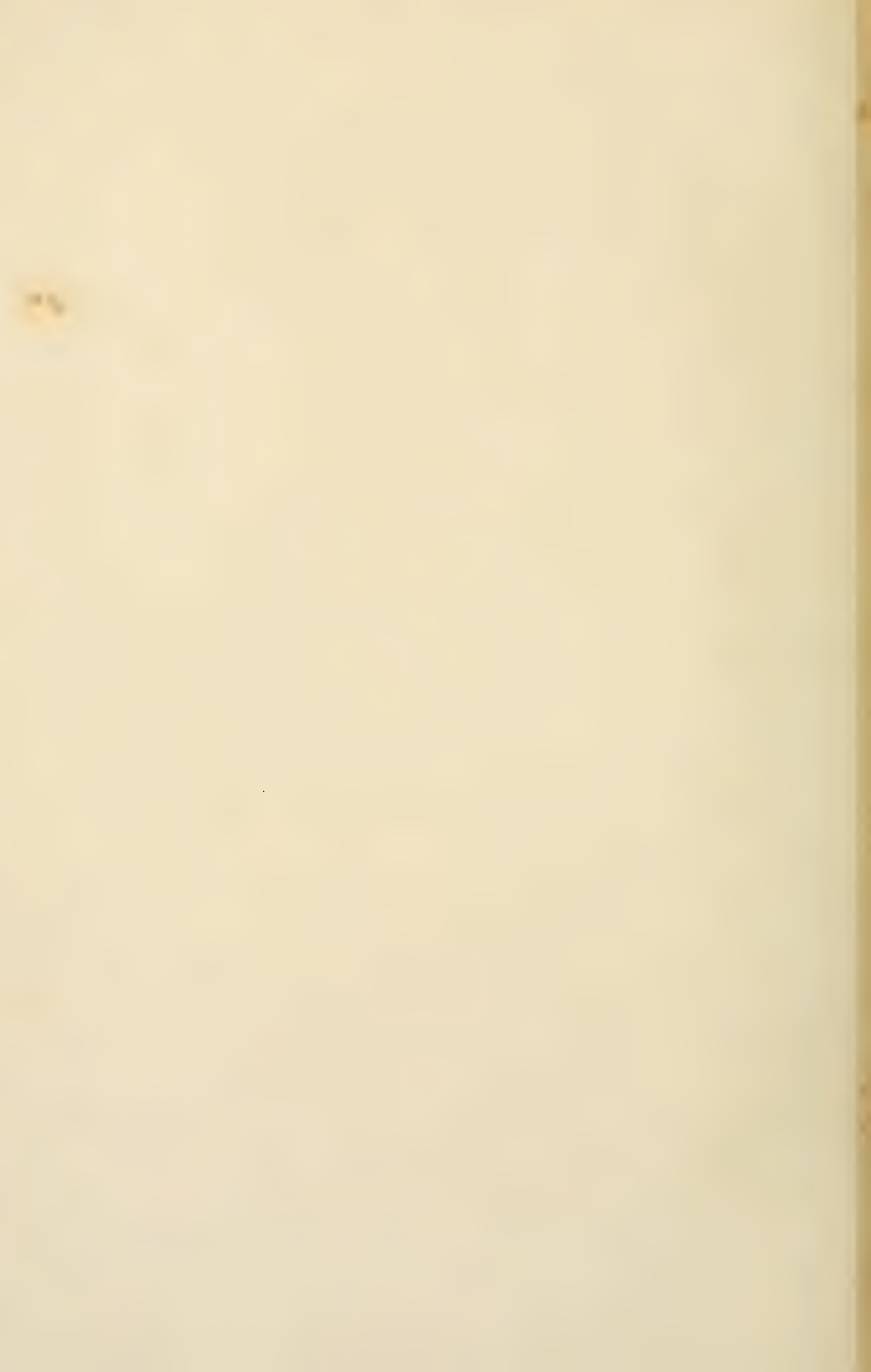

Taf. I
Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Gustav Fischer





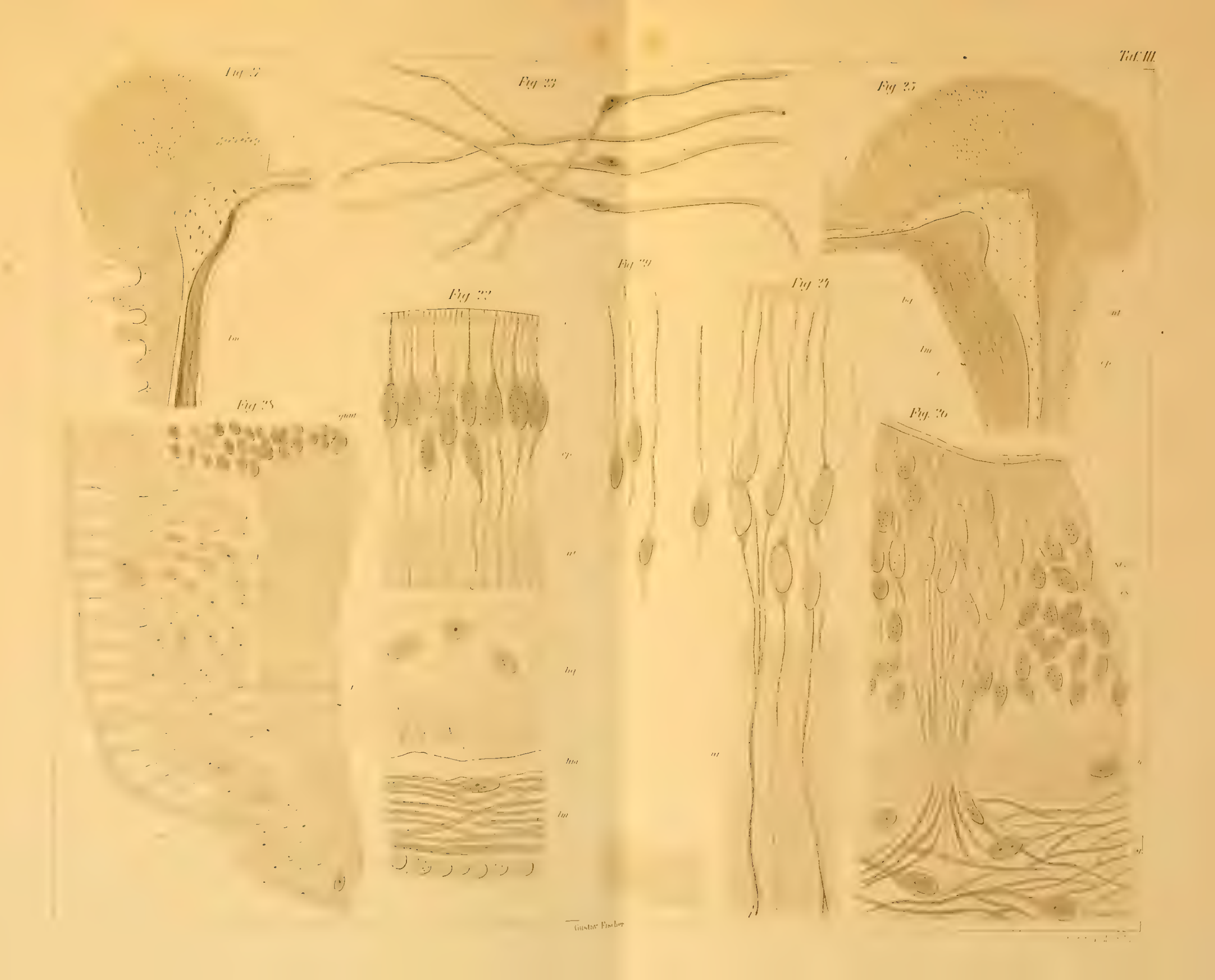


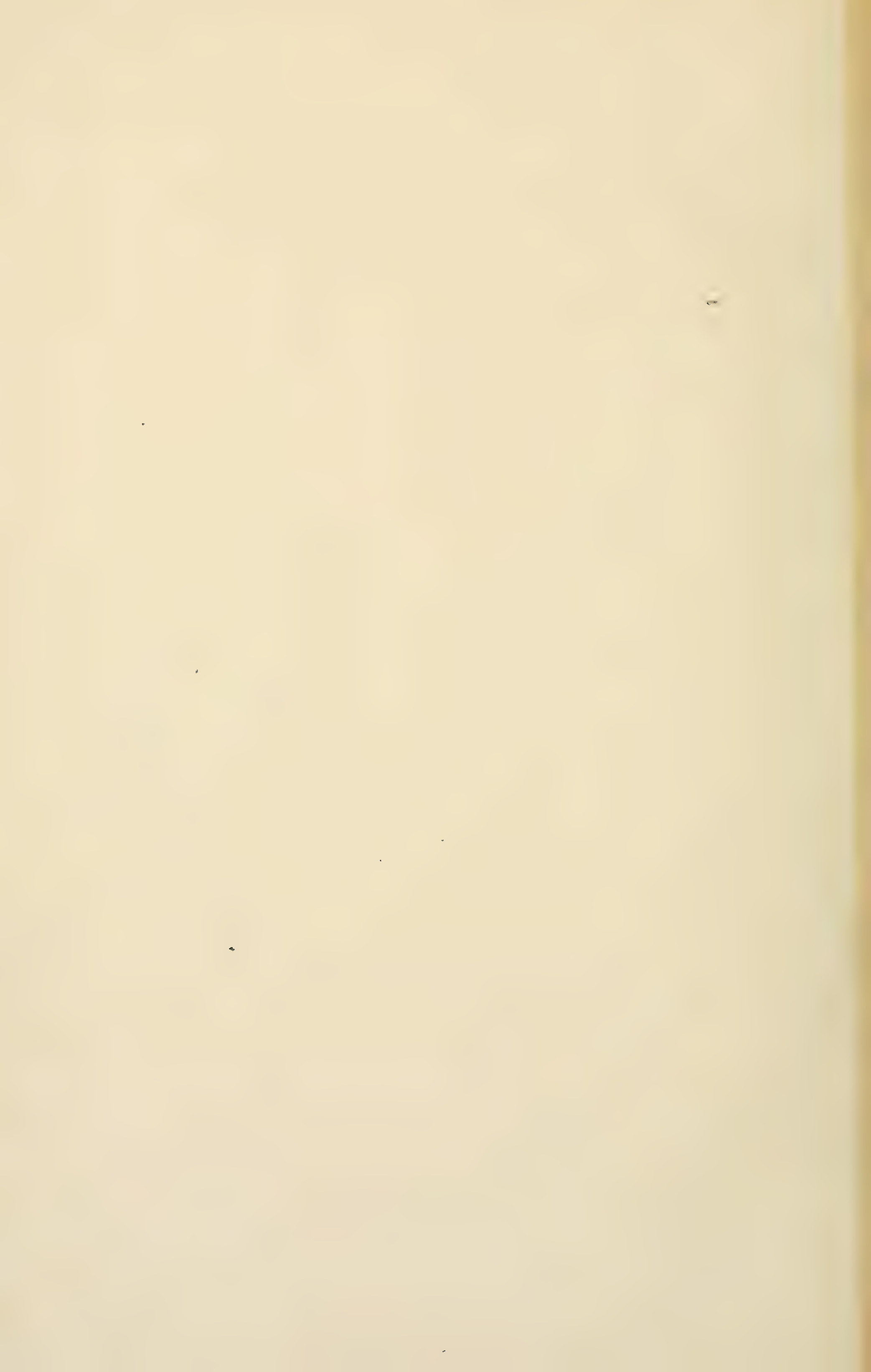

Taf. II
Fig. 9
Fig. 12
Fig. 11
Fig. 10.
Fig. 18
Fig. 19
Fig. 21
Fig. 16.
Fig. 20
Fig. 13
Fig. 15
Fig. 17
Fig. 14
Verlag von Gustav Fischer in Jena

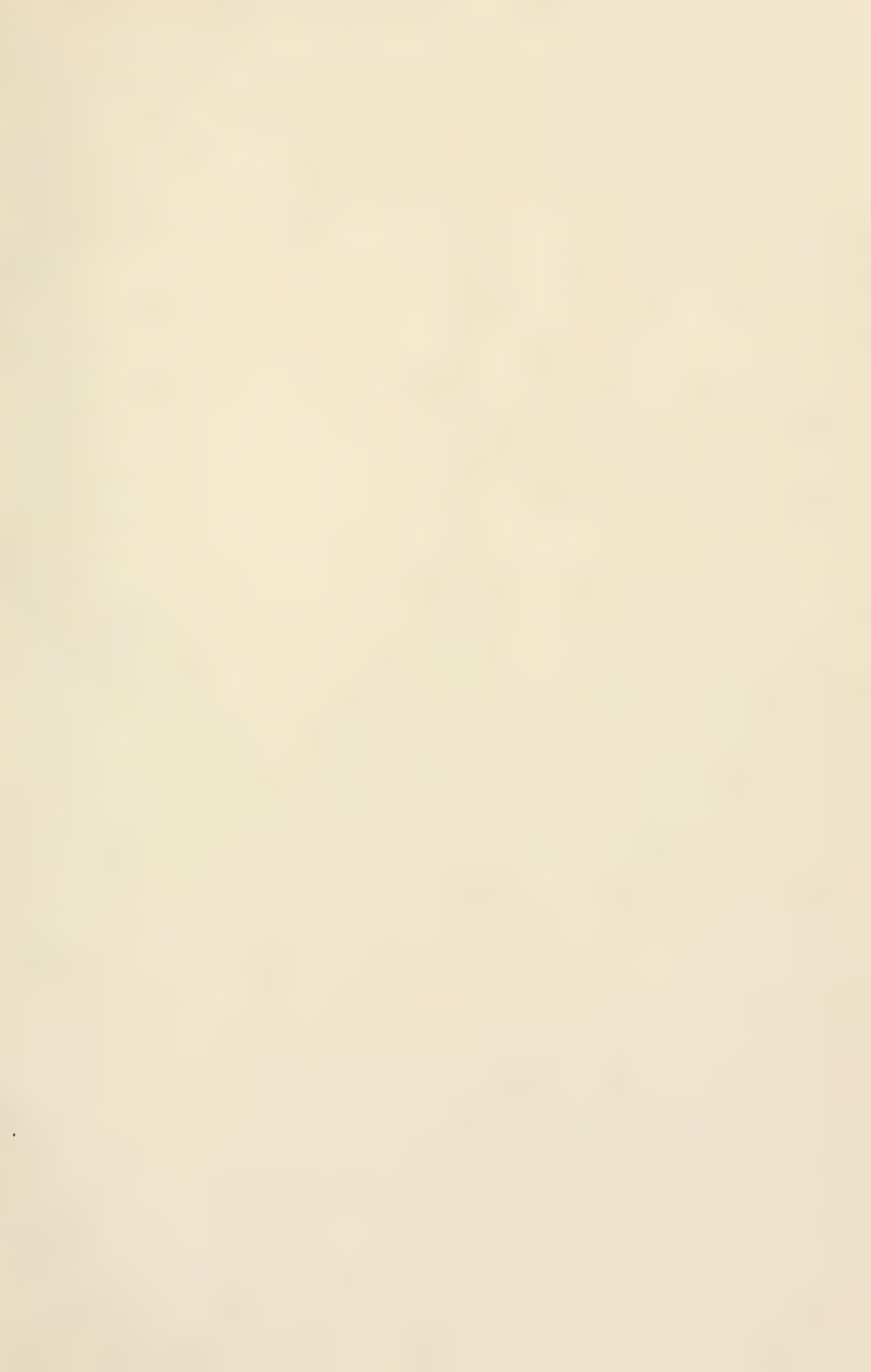


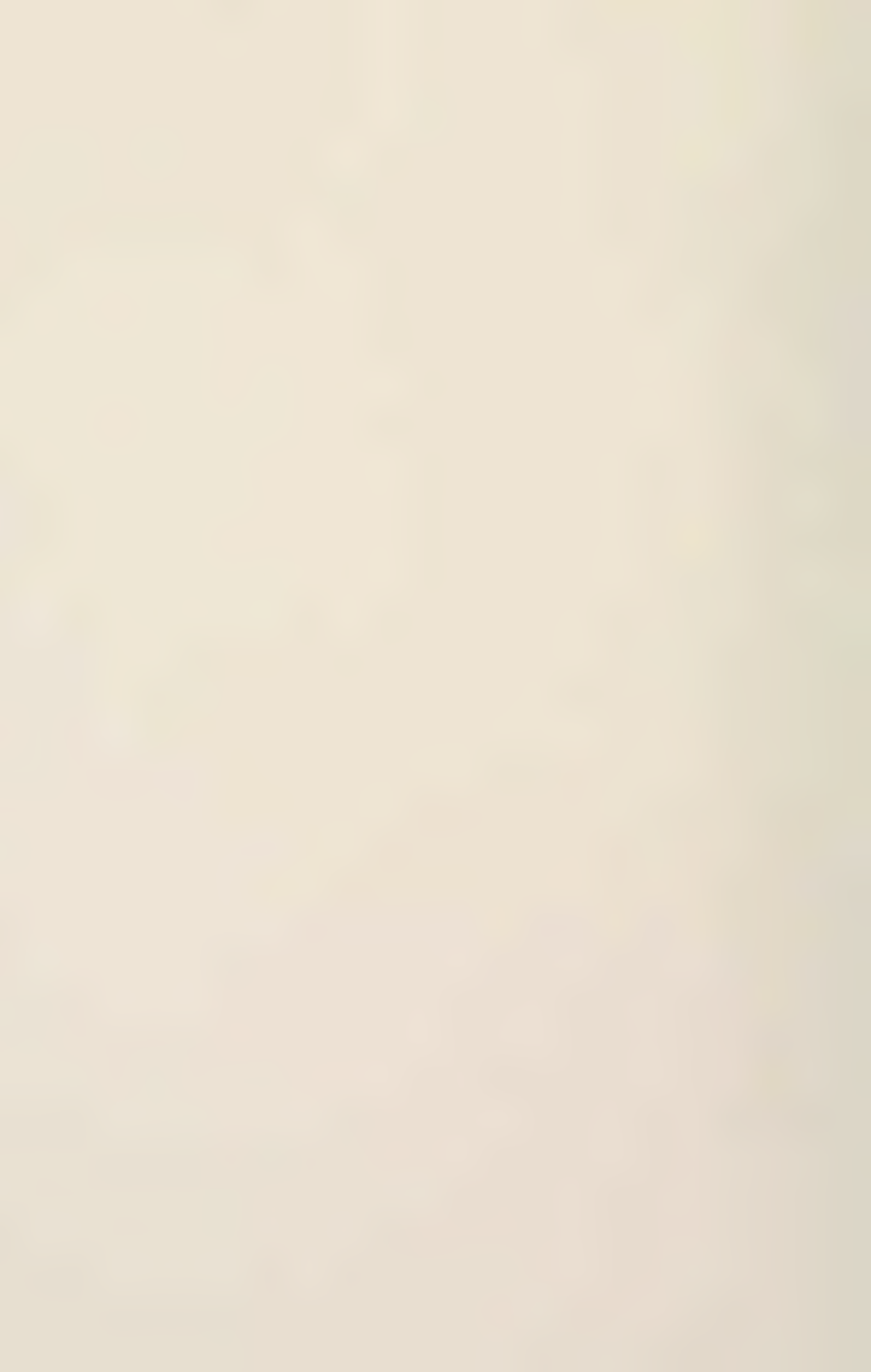












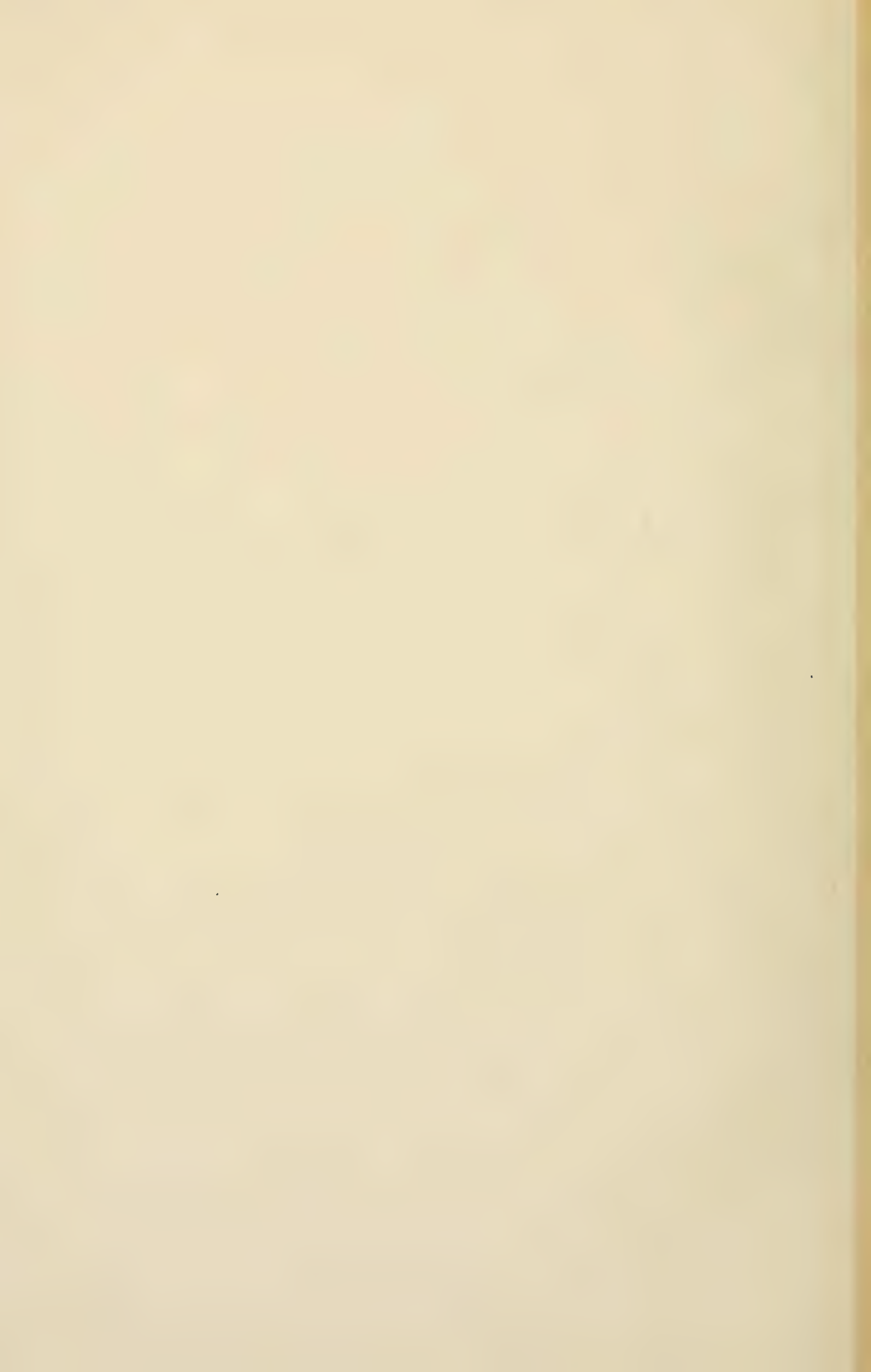




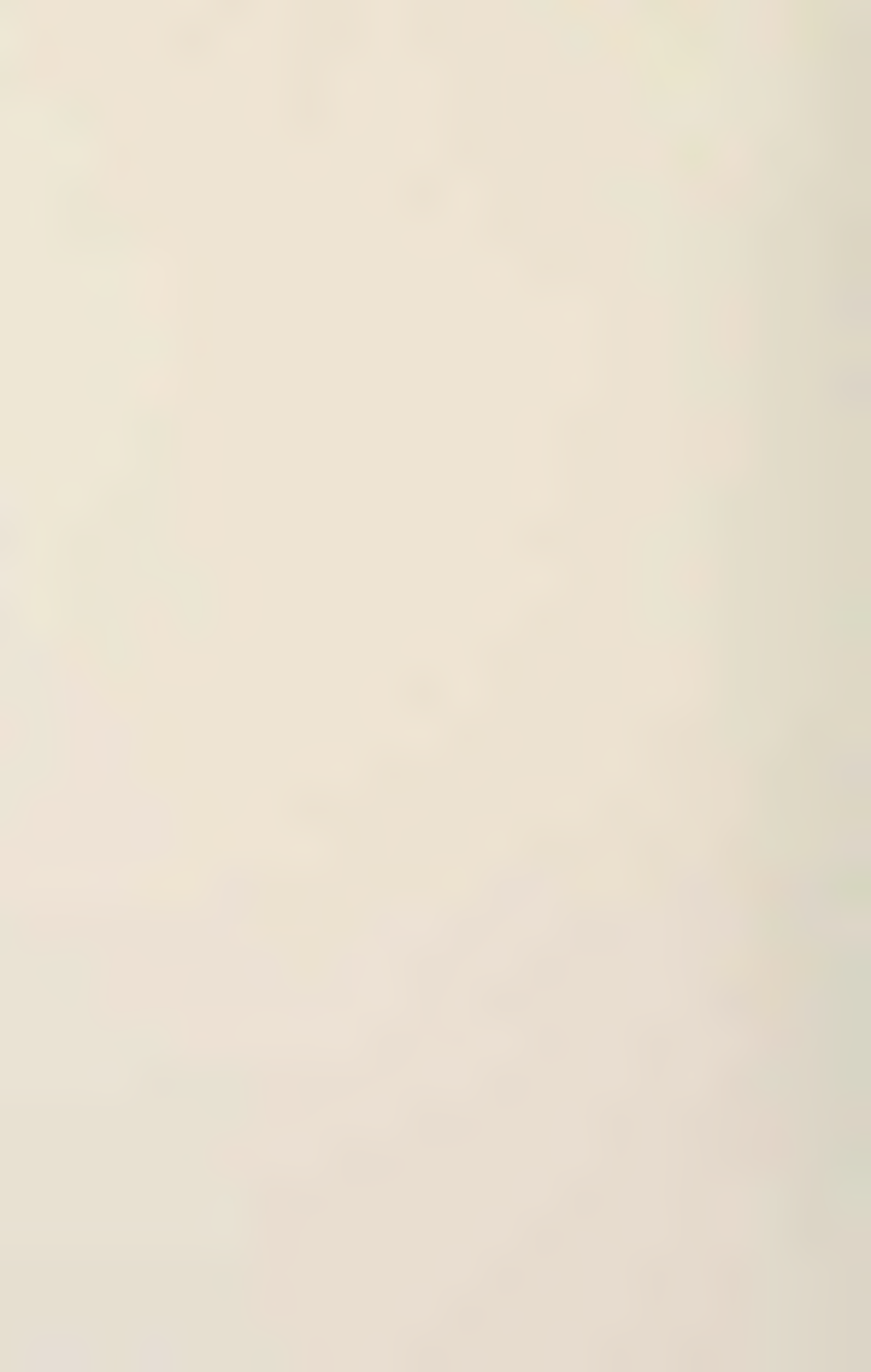


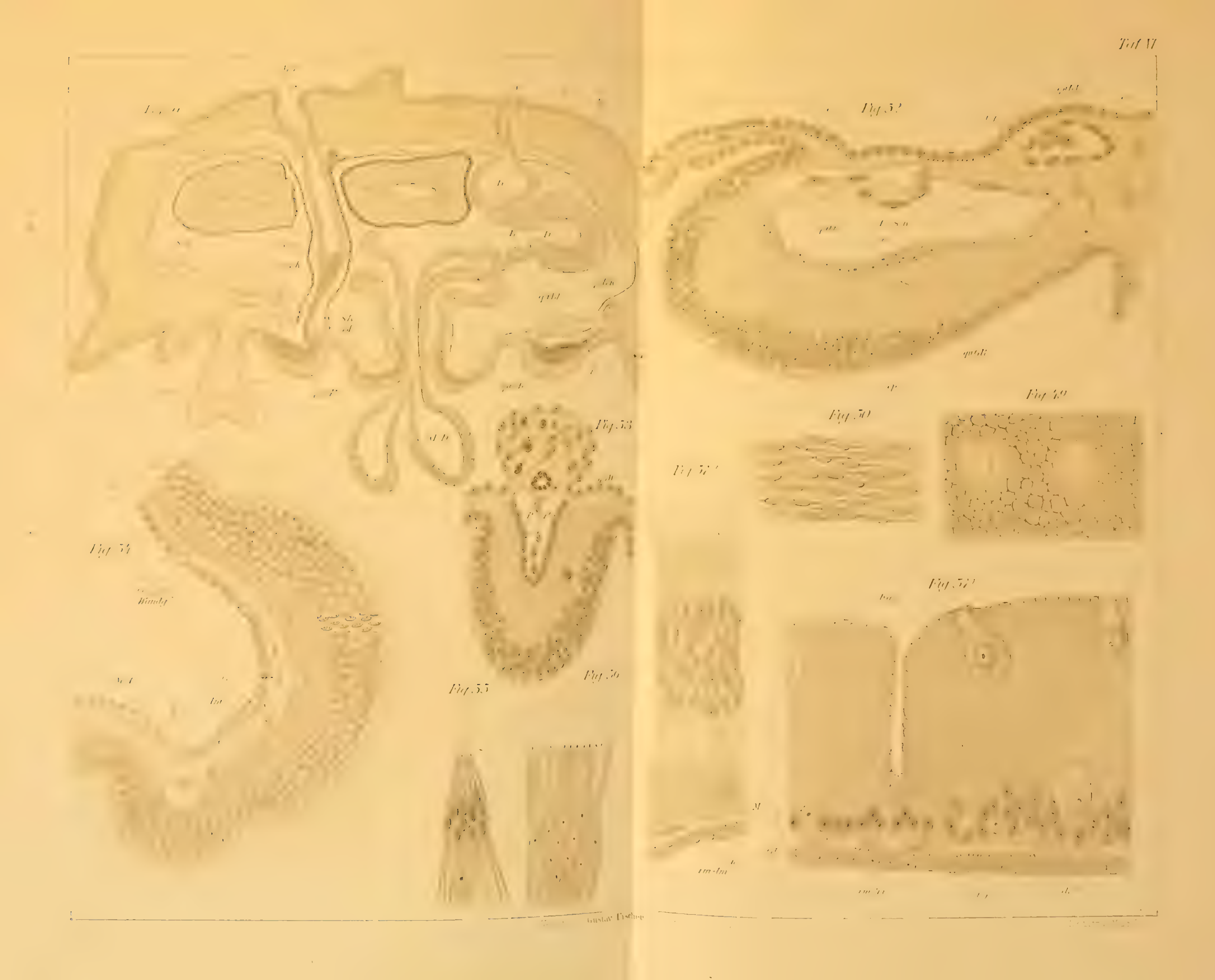


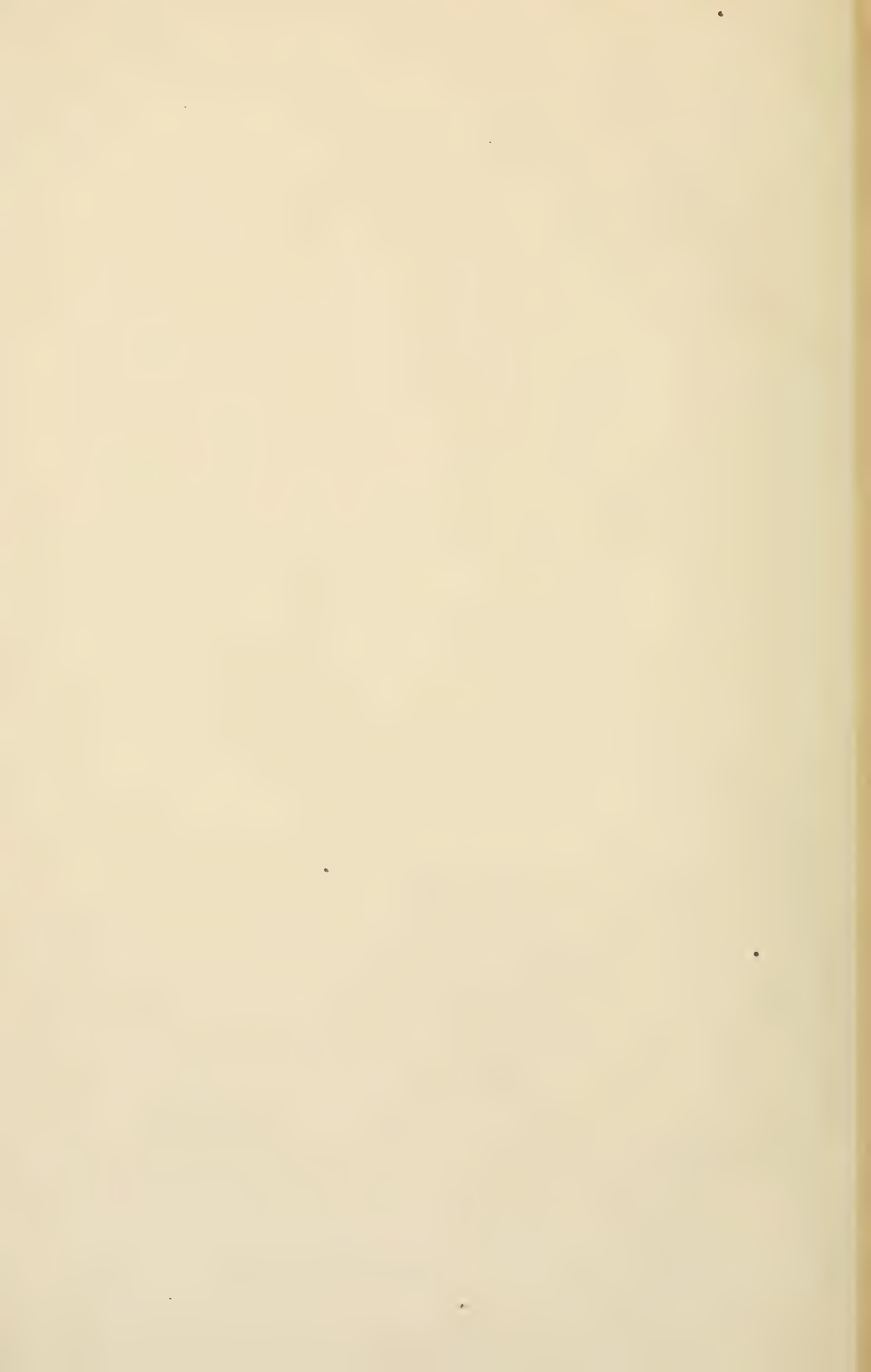






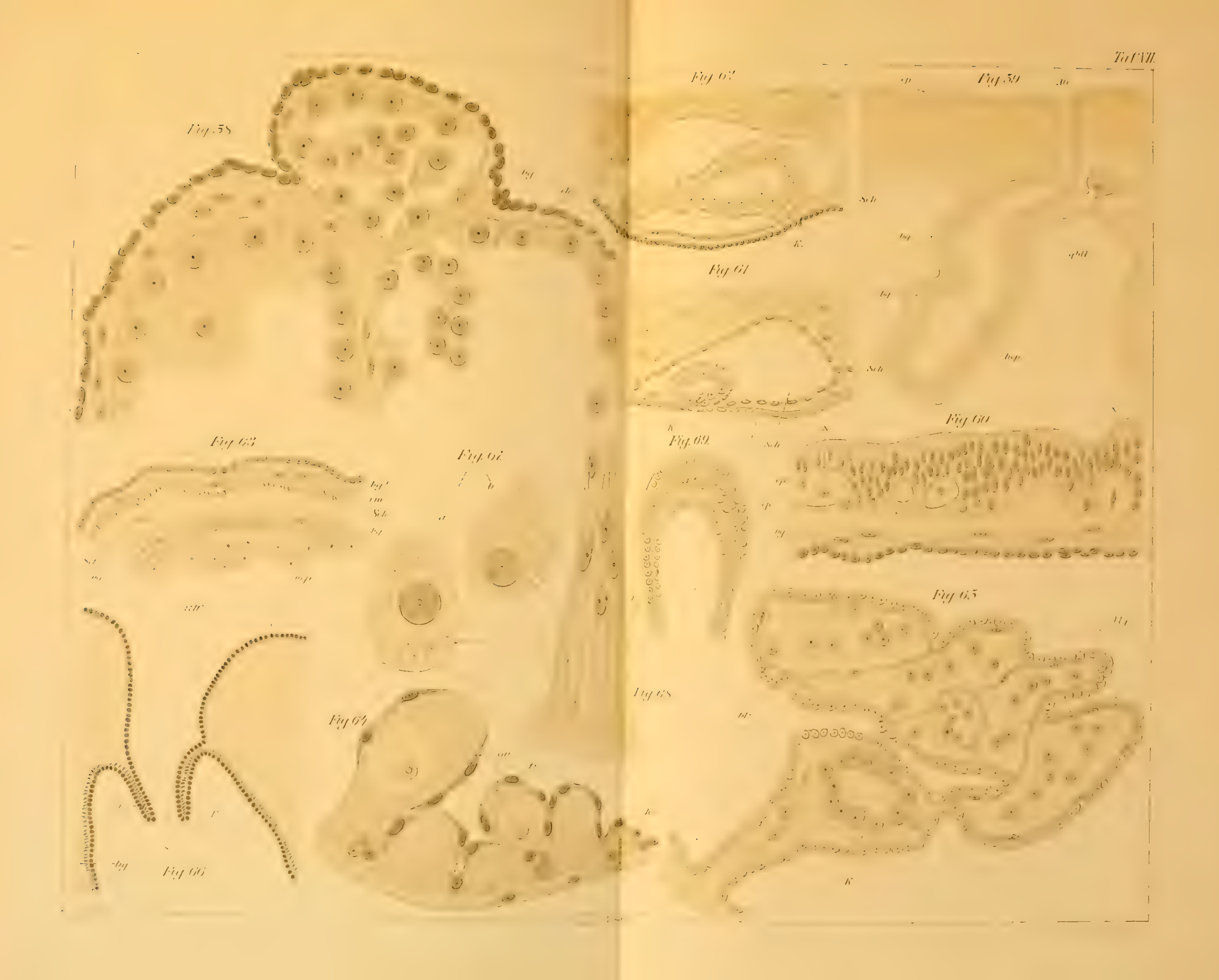


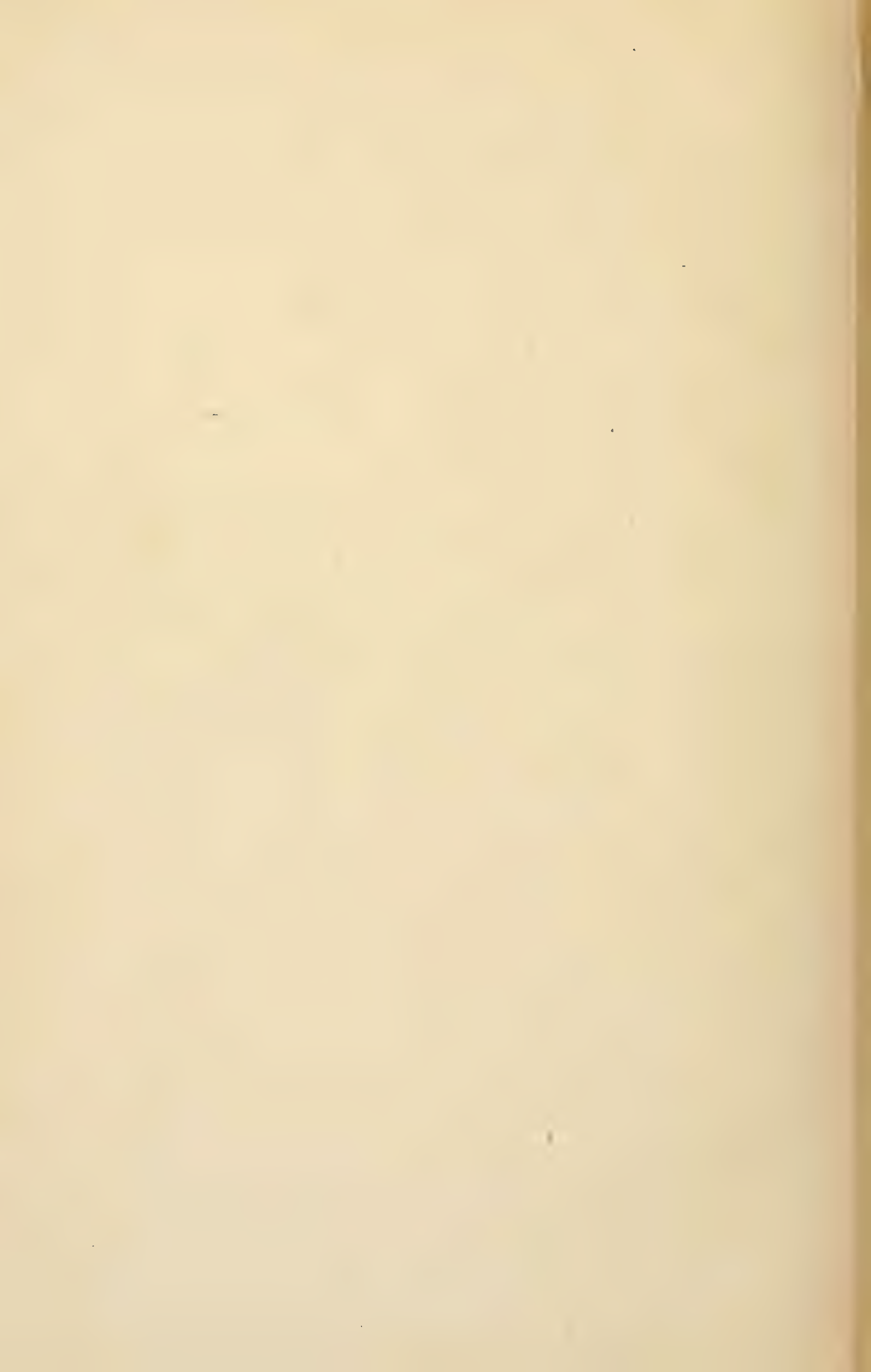

Taf. VI
Fig. 52
Fig. 53
Fig. 54
Fig. 55
Fig. 56
Fig. 50
Fig. 49
Fig. 57
Gustav Fischer

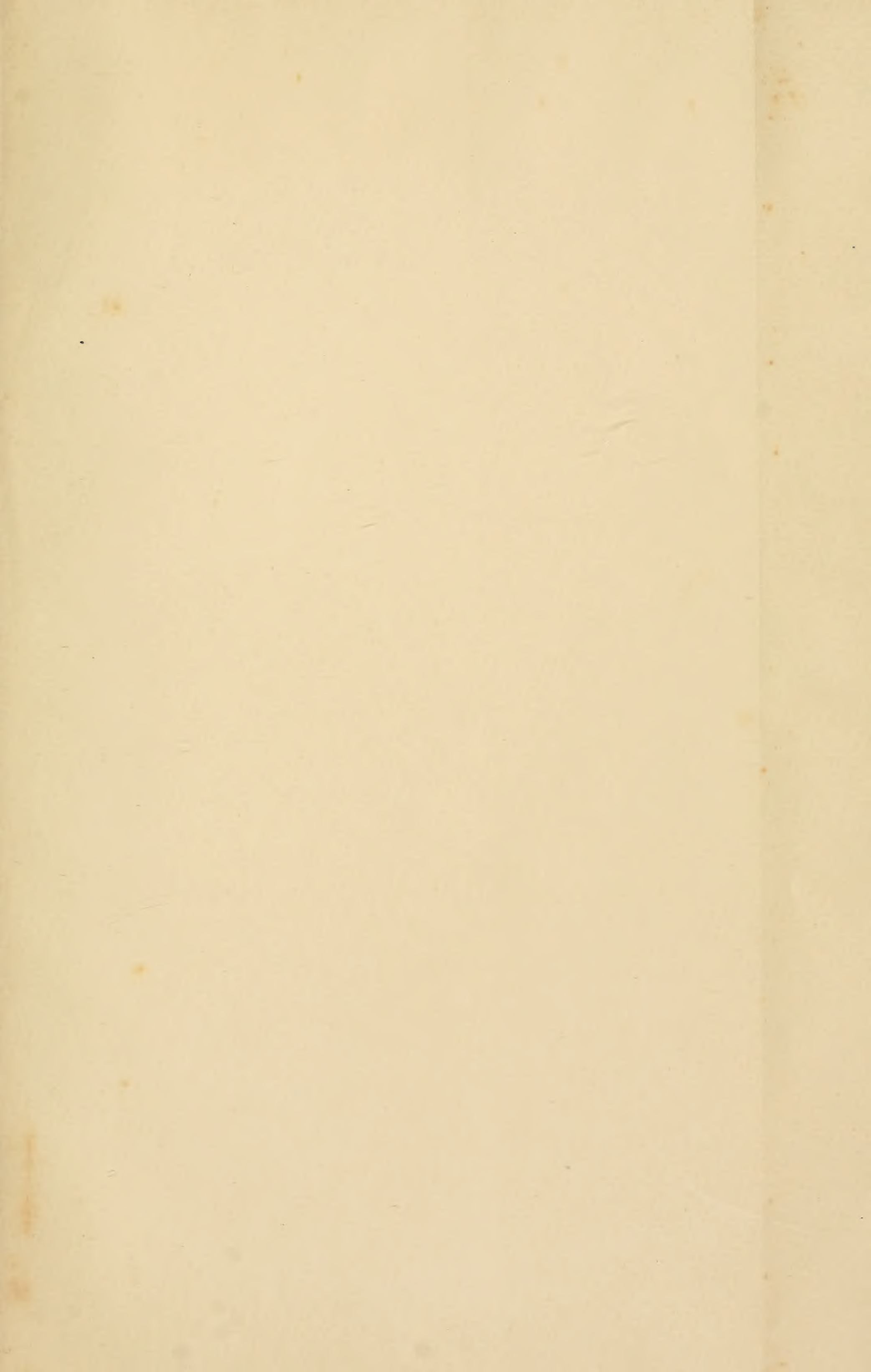


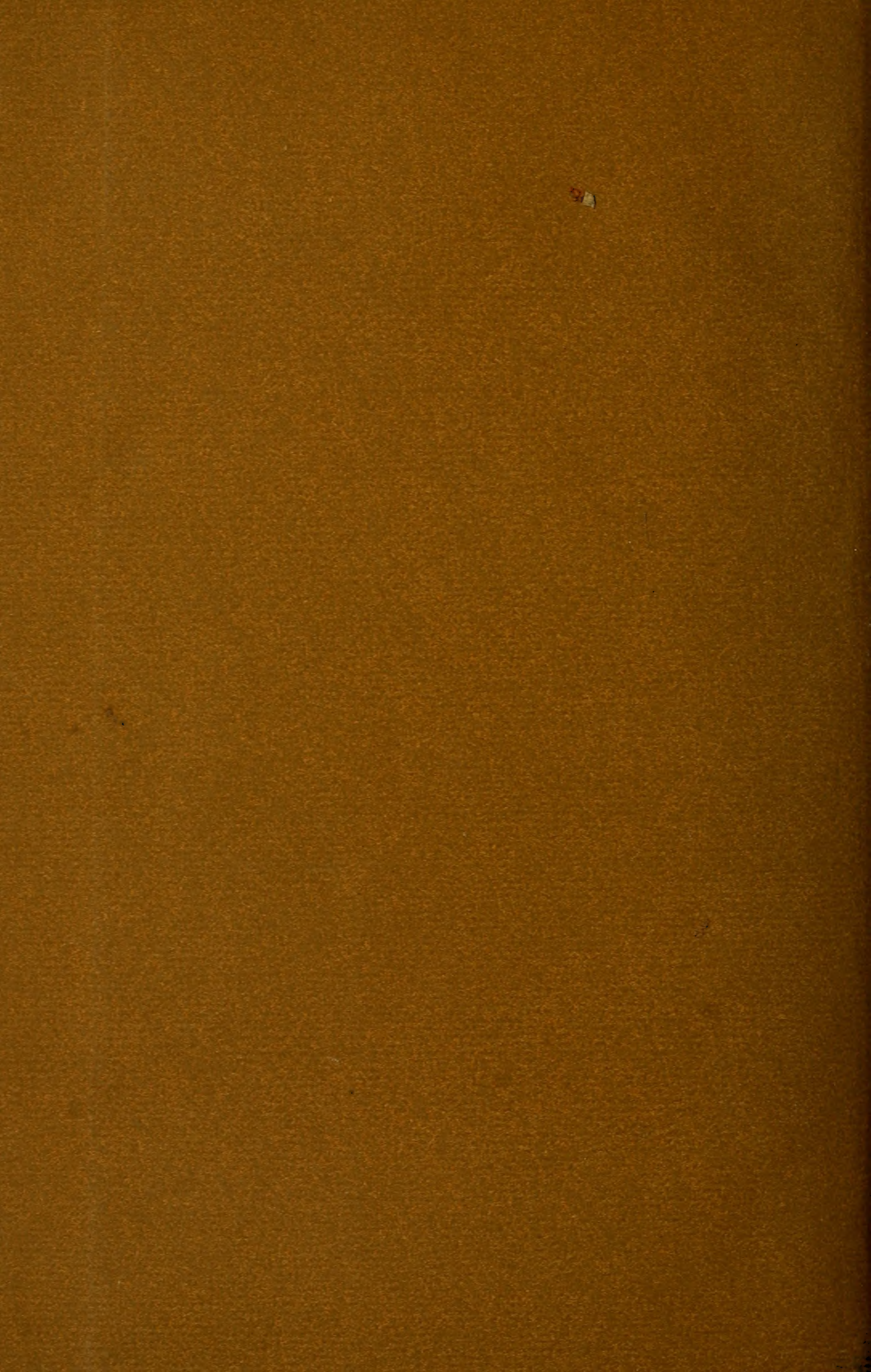





Taf.VII.
Fig. 58.
Fig. 59.
Fig. 60.
Fig. 61.
Fig. 63.
Fig. 64.
Fig. 65.
Fig. 66.
Fig. 68.
Fig. 69.
Sch
K.








G.E.STECHERT
& Co.
NEW YORK

